



مجلة علمية تصدرها مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية العدد السابع رجـــب ١٤٠٩ / مـارس ١٩٨٩

الاتصالات

- الهاتف اللاسلكي السيار
- هوائيات التلفزيون

بسم الله الرحمن الرحيم

العلوم والتقنية



المشرف العام :

د. صالح عبدالرحمن العذل

نائب المشرف العام :

د. عبدالله القدهي

رئيس التحرير :

د. عبدالله أحمد الرشيد

هيئة التحرير :

د. حسن تيم

د. أحمد المهندس

د. إبراهيم المعتاز

د. عبدالله الخليل

د. عصمت عمر

أ. محمد الطاسان

منهاج النشر

أعزاءنا القراء :

يسرنا أن نؤكد على أن المجلة تفتح أبوابها لمساهماتكم العلمية واستقبال مقالاتكم على أن تراعى الشروط التالية في أي مقال يرسل إلى المجلة :

١ ــ يكون المقال بلغة علمية سهلة بشرط ان لا يفقد صفته العلمية بحيث يشتمل على مفاهيم علمية وتطبيقاتها .
٢ ــ ان يكون ذا عنوان واضح ومشوق ويعطي مدلولاً على محتوى المقال .
٣ ــ في حالة الاقتباس من أي مرجع سواء كان اقتباساً كلياً أو جزئياً أو أخذ فكرة يجب الاشارة إلى ذلك ، وتذكر المراجع لأي اقتباس في نهاية المقال .
٤ ــ أن لا يقل المقال عن أربع صفحات ولا يزيد عن سبع صفحات طباعة .
٥ ــ إذا كان المقال سبق أن نشر في مجلة أخرى أو أرسل إليها يجب ذكر ذلك مع ذكر اسم المجلة التي نشرته أو أرسل إليها .
٦ ــ إرفاق أصل الرسومات والصور والنماذج والأشكال المتعلقة بالمقال .
٧ ــ المقالات التي لا تقبل النشر لا تعاد لكاتبها .

المحتويات

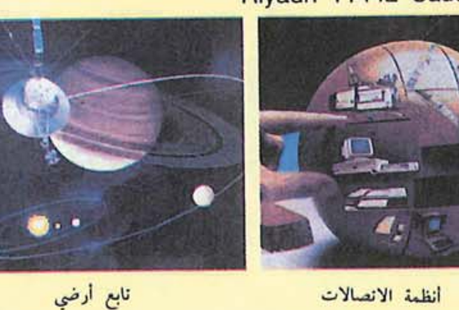
المراسلات

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية
الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر
ص.ب ٦٠٨٦ ــ الرمز البريدي ١١٤٤٢ ــ الرياض
ترسل المقالات باسم رئيس التحرير ت : ٤٧٨٨٠٠٠

Journal of Science & Technology
King Abdulaziz City For Science & Technology
Gen. Direct. of Sc. Awa. & Publ. - P.O.Box 6086
Riyadh 11442 Saudi Arabia



هوائي للاتصالات



أنظمة الاتصالات



تابع أرضي

مطابع مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية (الطبعة الثانية)





كلمة التحرير

اعزاءنا القراء :

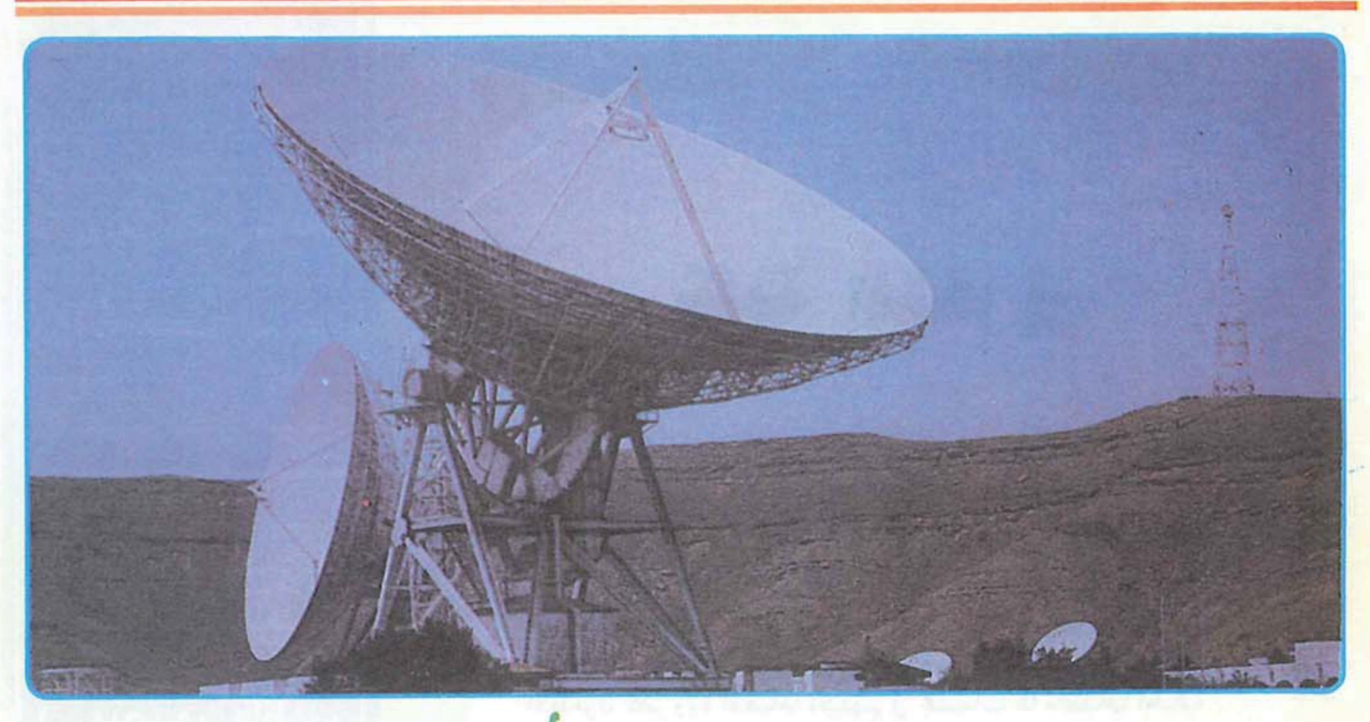
تواصل مجلتكم « العلوم والتقنية » مسيرتها باصدارها عددها الثالث من عامها الثاني . ولا شك ان مشاركتكم فيها وتجاوبكم معها هو الدعم الذي يؤمن استمرار هذه المسيرة نحو بلوغ هدفها المنشود .

ولا يغيب على أحد أهمية الدور الذي تضطلع به وسائل الاتصالات ، فهي تدخل في جميع أوجه حياتنا اليومية وتمثل شريان الحياة لها ، ويروي لنا التاريخ عن وسائل الاتصال التي ابتكرها الأقدمون كضرورة اقتضاها تكيفهم في مجتمعات لها متطلباتها الحياتية . فقد كانت طريقة الانسان الأولى في الاتصال حمله للرسائل بنفسه مستعيناً في ذلك بالدواب ، وتوفيراً للوقت والجهد واستعجالاً في إيصال الرسائل فقد لجأ أيضاً إلى استخدام شفرات الطبول لنقل الرسائل فأنشأ لها محطات لنقلها بترديدها عبر المسافات الطويلة ، وقد استعان الفرس بالمحطات التي استخدمت فيها المشاعل النارية ، كما لجأ الاغريق والرومان إلى استخدام المرايا وأشعة الشمس لنقل رسائلهم .

ولم يقف تطوير الانسان لوسائل الاتصال عند طريقة معينة فقد دفعه إدراكه المستمر لقصور الوسائل المتاحة ومايعود به تطويره لها من توفير للوقت إلى مزيد من الاختراعات ، فقد أطلت مرحلة استخدام التقنية وتطويعها لتسهيل الاتصالات باختراع جهاز الهاتف ونقل الرسائل سلكياً ، وتلى ذلك الاتصال اللاسلكي عبر الطبقات الجوية وابتكر الاتصال الاذاعي والتلفزيوني ، ثم جاء عصر الاتصال عبر الأقمار الصناعية ، وما أن اكتشفت أشعة الليزر إلا وتم ـ ضمن استخداماتها العديدة ـ تطويعها لحمل الرسائل الهاتفية والإذاعية والتلفزيونية وغيرها ، وهكذا كانت ولاتزال تقنية وسائل الاتصال ماضية في تطورها ، وما تطرحه الأسواق من تقنيات متجددة لهذه الوسائل خير دليل على النهضة الهائلة في هذا المجال ، وتعد المملكة من الدول السباقة إلى استخدام آخر ما توصلت إليه تقنية الاتصالات من وسائل متطورة .

ولقد رأينا عزيز القارىء أن يحظى هذا الموضوع بالتناول لأهميته ، ونتمنى من الله ، أن نكون قد وفقنا في عرضه في هذا العدد بالمستوى الذي نصبوا إليه ليحوز على اعجابكم ، كما نود في الختام أن نشير للجهود الكبيرة التي بذلها معنا الدكتور ابراهيم القاضي من جامعة الملك سعود في ظهور هذا العدد .

والله من وراء القصد . . .



مجمع ديراب لمحطات الأقمار الصناعية

يضم مجمع ديراب لمحطات الأقمار الصناعية محطات أرضية تابعة للمملكة العربية السعودية للاتصال مع الأقمار الصناعية ، وكذلك محطة التحكم الرئيسة للقمر الصناعي العربي (عربسات) التابع للمؤسسة العربية للاتصالات الفضائية .

أولا : محطات الأقمار الصناعية

دخلت المملكة مجال الاتصالات الدولية عبر الأقمار الصناعية في عام ١٣٩٤هـ وذلك عندما اكتمل إنشاء محطتي جدة والرياض للأقمار الصناعية . ولم تتجاوز سعة كل من هاتين المحطتين ١٢ قناة ، وكانتا تعملان مع محطة فوشينو بايطاليا كمركز وسيط لتمرير الحركة مع ست دول أخرى . ونظراً لأن هاتين المحطتين لم تؤديا كل متطلبات الإتصالات الدولية بالمملكة ، فقد بدأ التفكير آنذاك في إقامة محطات أرضية ذات مواصفات قياسية (طراز أ) للإتصالات مع الأقمار الصناعية لمنظمة انتلسات الدولية «منظمة الإتصالات الدولية عبر الأقمار الصناعية» ، وقد وقع الإختيار على منطقة ديراب كأنسب موقع لإقامة هذه المحطات الأرضية .

تقع ديراب على خط طول ٤٦,٣٨ درجة شرقاً وخط عرض ٢٤,٤١ درجة شمال خط الاستواء، وترتفع عن سطح البحر ٦٥٠ متراً ، وتبعد حوالي ٣٥ كم عن مدينة الرياض . ومنذ عام ١٣٩٥هـ -عندما تم إنشاء محطة (رياض -١) - وحتى عام ١٤٠٥هـ والتوسع مستمر في إنشاء عدد من المحطات وذلك لمواكبة التطور في مجال الإتصالات الدولية والمحلية والتي على أساسها أصبحت ديراب مجمعاً للإتصالات الفضائية مجهزاً بأحدث التقنيات الخاصة بالإتصالات .

وتبلغ مساحة مجمع ديراب ٨٠٠٠٠ متر مربع وهو مزود بمبان ومناطق سكنية وترفيهية ومسجد ، كما يضم محطات للطاقة الكهربائية والتشغيل والصيانة. وتتمثل مكونات هذا المجمع في الآتي :

١ ــ المبنى المركزي ويضم جميع معدات وأجهزة الإتصالات الأرضية والتحكم والمراقبة وتبلغ مساحته ٢٠١٦ متراً مربعاً .

٢ ــ مبنى محطة الطاقة الكهربائية ومساحته ٧٦٠ متراً مربعاً، ويحتوي على :

(أ) عدد ٦ مولدات توربينية سعة كل منها ٤٣٥ كيلو فولت أمبير تمد المعدات والأجهزة والإضاءة والتكييف بالطاقة الكهربائية اللازمة .

(ب) أجهزة المحافظة على استمرارية التيار وتنظيم الجهد بسعة ١٥٠ كيلو فولت أمبير لكل من محطتي (رياض ـ ١) و (رياض ـ ٤) الدوليتين .

(جـ) أجهزة التيار المستمر المنتظم بسعة ١٠ كيلو وات لمحطة (رياض ـ ١) فقط .

(د) بطاريات تشغيل أجهزة محطتي (رياض ـ ١) و (رياض ـ ٤) لمدة ٣٠ دقيقة في حالة انقطاع القوى الكهربائية الرئيسة « التوربينات » ويبلغ عدد هذه البطاريات ٢٧٠ بمحطة (رياض ـ ١) و ٥٤٠ بمحطة (رياض ـ ٤) .

٣ ــ مبنى هوائي المحطة الدولية الأولى (رياض ـ ١) وتبلغ مساحته ٧٠٠ متر مربع ، وقد تم إنشاؤه في شهر ذو القعدة ١٣٩٥هـ ، وتبلغ سعته ٧٢ قناة هاتفية بالإضافة إلى قناة تلفزيونية واحدة ، ويضم هوائي قياسي بقطر ٣٢ متراً مع معدات ومضخمات القدرة العالية لحاملات الإرسال ومضخمات القدرة المنخفضة

الضوضاء لحاملات الإستقبال لدول المحيط الهندي . كما يضم مستودعاً لقطع ووحدات الغيار .

وباكتمال محطة (رياض ـ ١) ارتفعت حركة الإتصالات الدولية بالمملكة مما استدعى زيادة عدد دوائرها لتصل إلى ٦٢٤ دائرة ، وهو أقصى عدد مسموح به من قبل منظمة انتلسات الدولية . هذا وتعمل محطة (رياض ـ ١) بنظام التعديل الترددي ، وتم توصيلها بوصلة ميكروويف سعتها ٩٦٠ قناة هاتفية وقناة تلفزيونية واحدة تعمل بنظام التردد المزدوج لنقل حركة الإتصالات مع دول المحيط الهندي . كما زودت المحطة بكابل محوري ذي نطاق يبلغ ١٨ ميجاهيرتز ليمكن إستخدامه في نقل حركة الإتصالات مع دول المحيط الهندي في حالة صيانة وصلة المايكروويف .

٤ ــ مبنى هوائي المحطة الدولية الثانية (رياض ـ ٤) وتبلغ مساحته ٦٤٠ متراً مربعاً ، وقد اكتمل بناؤه عام ١٣٩٨هـ لمواكبة التوسع المستمر في الإتصالات الدولية الذي فاق طاقة المحطة الأولى ، وقد تم تصميم محطة (رياض ـ ٤) على أحدث التقنيات وبسعة ١٦٠ قناة بنظام القناة المفردة لكل تردد حامل ، إضافة إلى بث البرامج التلفزيونية ، ويضم مبنى المحطة هوائياً واحداً بقطر ٣٢ متراً مع معدات مضخمات القدرة العالية لحاملات الإرسال ومضخمات القدرة المنخفضة الضوضاء لحاملات الإستقبال لدول المحيط الأطلسي ، هذا وقد زودت المحطة بوصلة مايكروويف سعة ١٢٦٠ قناة هاتفية وقناة تلفزيونية واحدة تعمل بنظام التردد المزدوج لنقل حركة الإتصالات بدول المحيط الأطلسي .

٥ ــ المحطة الرئيسة للإتصالات المحلية وتبلغ مساحتها ٦٠٠ متر مربع ، وقد أنشئت قبيل محطة (رياض ـ ٤) لتأمين كافة الإتصالات المحلية الهاتفية والتلفزيونية لربط مدن المملكة . تشتمل المحطة على هوائي بقطر ١١ متراً وعدة مبان سابقة التجهيز تضم حاوية المعدات الإلكترونية للمحطة والمكاتب الإدارية وسكن العاملين وبها معدات القوى الكهربائية .

٦ ــ المحطة الإقليمية المتنقلة والمساندة للمحطة الرئيسة للإتصالات مع القمر العربي وهي محطة متنقلة تحمل على شاحنات ولكنها غير متنقلة أثناء تشغيلها ، وتبلغ سعتها ٤٩ قناة هاتفية (تعمل بنظام القناة المفردة لكل تردد حامل) بالإضافة إلى قناة تلفزيونية واحدة ، وتتصل هذه المحطة بمركز الإتصالات الدولي بالمربع داخل مدينة الرياض وتستخدم لنقل البرامج التلفزيونية .

ثانيا: محطة التحكم الرئيسة للقمر الصناعي العربي

هذه المحطة تابعة للمؤسسة العربية للإتصالات الفضائية ، وقد أنشئت عام ١٤٠٥هـ لتكون محطة التحكم الأرضية الرئيسة للقمر العربي ، وقد تم اختيار ديراب بعد أن أوضح المسح اللاسلكي خلوها من التداخلات المضرة ولوقوعها قرب مدينة الرياض حيث المقر الرئيس للمؤسسة . هذا وقد قرر مجلس إدارة المؤسسة أن تكون تونس مقراً لمحطة التحكم المساندة ، وهذه المحطة المساندة متصلة بالمحطة الرئيسة في شبكة واحدة . وقد تم تزويد محطة التحكم الرئيسة بالآتي :

١ ــ هوائيين للإستقبال وللإرسال في النطاق سي (٤-٦ جيجاهيرتز) واستقبال فقط في النطاق اس (٢,٥ جيجاهيرتز) وملحق بهما معدات الترددات اللاسلكية ، ويبلغ قطر كل هوائي ١٣ متراً ، ويقوم أحد الهوائيين بالتتبع الآلي المتصل بينما يقوم الآخر بالتتبع الآلي التدريجي .

٢ ــ معدات السيطرة والقياس عن بعد وتحديد المدى والمراقبة .

٣ ــ حاسبات آلية لمعالجة البيانات المختلفة .

٤ ــ لوحات التحكم والعرض والمراقبة .

٥ ــ نظام مولد الموجة المرشدة .

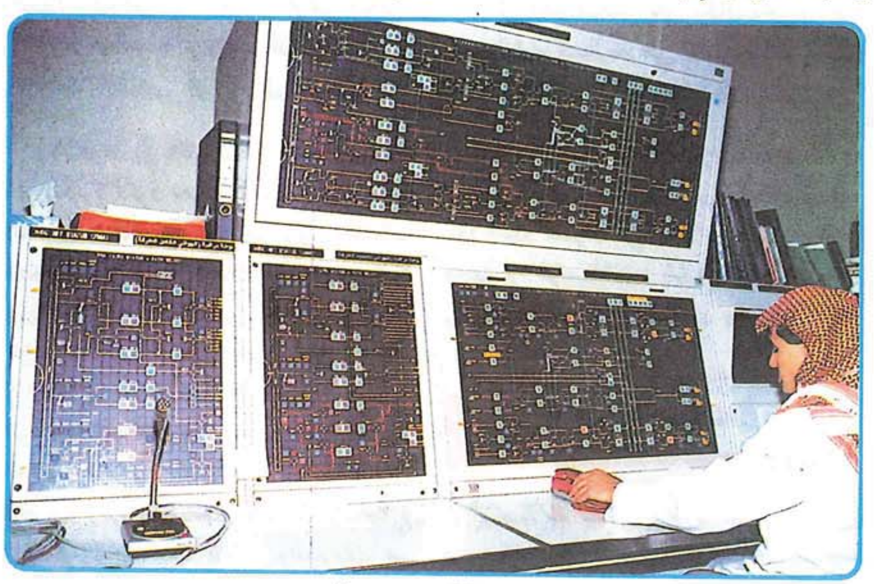
٦ ــ دوائر الخدمة الهندسية .

تقوم المحطة الرئيسة للقمر الصناعي العربي بمراقبة أداء نظام الأقمار الصناعية ، ومراقبة النظم الفرعية في المحطة . كما تقوم كذلك بمراقبة إشارات القنوات القمرية الخمس والعشرين في كل قمر صناعي (هناك قمران صناعيان في المدار في الوقت الحاضر) . هذا فضلاً عن أن هذه المحطة تقوم في مرحلة مدار التحويل والمدار النهائي المتزامن بالمهام التالية :

(أ) القياس عن بعد: تستلم جميع البيانات وتعالج وتحلل لضمان عدم وجود شذوذ أو قصور في القمر الصناعي كما تحفظ جميع البيانات المعالجة لاستخدامها مستقبلاً عند الأعطال أو للحصول على سجل المسار التاريخي للقمر .

(ب) التتبع وتحديد المدى والمدار: تجمع البيانات الخاصة بمدارات القمر الصناعي وتستخدم لتحديد المدار الحقيقي مقارناً بالمدار المتوقع ومن ثم تصدر الأوامر المناسبة إذا لزم الأمر .

(جـ) التحكم: يتم إرسال الأوامر السليمة بعد تحليل البيانات الواردة آلياً أو يدوياً بواسطة عامل التشغيل . ويتم إستلام اشعار من القمر الصناعي للتأكد من صحة الأوامر قبل تنفيذها .



لوحة مراقبة بمجمع ديراب



الاتصالات مفهومها وأنواعها

د. إبراهيم عبدالرحمن القاضي

كلية الهندسة ـــ جامعة الملك سعود

من الصعب تخيل حياتنا اليومية بما فيها من التطور التقني الهائل الذي يشهده العالم بدون القدرة على الحصول على خدمات اتصال جيدة وميسورة . ان الاتصالات لعالم اليوم بمثابة الجهاز العصبي لجسم الانسان الذي لن يتمكن بدونه مخ الانسان من معرفة مايجري في أجزاء وأطراف الجسم الأخرى ناهيك عن التحكم فيها . وبدءا بالعصر الحجري ، فقد مرت الحضارة الانسانية بمرحلة « الثورة الزراعية » حين تحول الانسان من أكل النباتات الطبعية والصيد إلى استزراع الأرض وتربية الحيوانات ، ثم بمرحلة « الثورة الصناعية » حين أعتمد الانسان على الطاقة الآلية بدل الاعتماد على عضلاته أو طاقة جسمه أو حيواناته . ونحن الآن نشهد عصر « ثورة المعلومات » حيث يعتمد رخاء الأمم واستمرار تطورها بعد الله على توليد وتخزين ونقل وتوزيع المعلومات . اننا اليوم نستطيع رفع سماعة الهاتف في البيت أو السيارة أو حتى في سفينة في عرض البحر أو طائرة في الجو لنتصل بأي مكان آخر في هذا العالم . كما اننا نستقبل الاذاعات والتلفزيون كحقيقة مسلم بها ، ودون أن نفكر كثيراً في الانجازات العظيمة التي كانت وراء تحقيقها كواقع ملموس ، كما أننا قد نستعمل أحياناً خدمات التلكس أو ارسال الوثائق عبر الهاتف (الفاكس) أو الاتصال بالحاسبات الآلية .

وبالإضافة إلى ذلك فهناك أنظمة اتصالات أخرى قد لا تكون معروفة أو متوفرة للأشخاص العاديين ، ولكن وجودها ضروري للنشاطات التجارية والحكومية وسلامة الإنسان والبيئة وزيادة الإنتاج الإقتصادي والعلمي والدفاع الوطني . ومن ذلك على سبيل المثال لا الحصر ، الملاحة والمراقبة الجوية والبحرية ، الرادار ، الاستشعار عن بعد ، رصد الطقس ، الفلك اللاسلكي ، اتصالات الرحلات الفضائية (غزو الفضاء)، طائرات الإستطلاع والإنذار المبكر ، بث الأخبار والمعلومات عبر العالم بأسره وغيرها .

ونظراً للأهمية الكبيرة والمتزايدة للإتصالات في عصرنا الحاضر ، فستجد عزيزي القاريء في هذا العدد مجموعة من المقالات حول جوانب مختلفة من الإتصالات ، أما هذا المقال فسوف يركز على مفاهيم الإتصالات وأنواعها .

ماهي الاتصالات ؟

الإتصالات بشكل عام « نقل المعلومات من مكان إلى آخر » . وكما أن وسائل المواصلات تقوم بنقل الناس أو ثرواتهم المادية ، فإن الإتصالات تقوم بنقل المعلومات التي تمثل فكر الإنسان وثرواته العقلية والعلمية ، سواء أكانت هذه المعلومات صوتاً أو صورة أو بيانات أو أرقاماً متبادلة بين الحاسبات .

وربما يقول أحد القراء أن المعلومات قد تنقل عن طريق الكلام المباشر أو البريد أو الكتب ، أو الكلمة المقروءة ، فهل هذه أيضاً أنواع من الإتصالات ؟ والجواب هو نعم بشكل عام ، ولكن الإتصالات في عالم اليوم والتي نحن بصددها هنا هي بشكل دقيق نقل المعلومات من مكان إلى آخر باستخدام الإشارات الكهربائية

أو الموجات الكهرومغناطيسية . ولهذا فإن الإتصالات الكهربائية تمتاز بقدرتها على نقل كمية كبيرة من المعلومات وبسرعة عالية جداً تقترب من سرعة الضوء التي تبلغ ثلاثمائة ألف كيلومتر في الثانية . ولكن ماهي الموجات الكهرومغناطيسية ؟

الموجات الكهرومغناطيسية

طبقاً لقوانين الفيزياء فإن التيار الكهربائي ناتج عن حركة الشحنات الكهربائية ، وتؤدي هذه الحركة إلى وجود مجال كهربائي يقوم هو الآخر بإنتاج مجال مغناطيسي . ويقوم المجال المغناطيسي بتوليد مجال كهربائي آخر وهكذا دواليك ، ومن هنا تنتج الموجات الكهرومغناطيسية. وبالتالي فالموجات الكهرومغناطيسية هي عبارة عن مجال كهربائي ومجال مغناطيسي يتغيران بطريقة جيبية (موجية) . وعادة مايكون هذان المجالان متعامدين على بعضهما البعض وعموديين على اتجاه انتشار الموجات الكهرومغناطيسية كما هو موضح في شكل (١) . وبالمقارنة فإن الموجات الصوتية هي اهتزازات ميكانيكية تحتاج إلى وسط مادي (غاز أو سائل أو صلب) للإنتقال وبسرعات محدودة ، أما الموجات الكهرومغناطيسية فهي اهتزازات كهربائية مغناطيسية تنتشر في الفراغ أو الوسط المادي وبسرعة عالية جداً (سرعة الضوء) . والموجات الكهرومغناطيسية هي إحدى صور وجود الطاقة مثلها مثل الطاقة الكيميائية والطاقة الميكانيكية والطاقة النووية وغيرها . بل إن كل صور الطاقة الموجودة على كوكبنا هي نتاج للطاقة الكهرومغناطيسية التي تصل إلى كوكبنا كل يوم عن طريق اشعاع الشمس . إن رؤيتنا للأشياء أو احساسنا بالحرارة دون لمس مصادر الحرارة مباشرة هو في الواقع نتيجة قدرة حواسنا على استقبال الموجات الكهرومغناطيسية التي تمثل الضوء الصادر أو المنعكس عن الأشياء ، أو التي تمثل الإشعاع الحراري «غير المرئي» الصادر عن الأجسام الحارة . وبالتالي فالعين والمخ ماهما إلا نظام طبيعي لاستقبال الموجات الكهرومغناطيسية الضوئية وتفسير معانيها ، كما أن الجلد هو جهاز استقبال طبيعي لاستقبال الموجات الكهرومغناطيسية الحرارية حيث يتم نقلها عبر الجهاز العصبي إلى المخ الذي يتولى تفسيرها واتخاذ القرار المناسب بشأن التصرف حيالها . إن أجهزة استقبال الإتصالات ماهي إلا محاكاة لأجهزة الإستقبال الطبيعية لدى الإنسان .

شكل (١) تعامد مجالي الموجه الكهرومغناطيسية الكهربائي والمغناطيسي على بعضهما وعلى إتجاه الموجه

ويتم توليد الموجات الكهرومغناطيسية باستخدام أجهزة ودوائر إلكترونية خاصة تقوم بتوليد إشارات كهربائية لها نفس التردد تنقل عبر أسلاك إلى أجهزة خاصة تسمى بالهوائيات . وتقوم هذه الهوائيات بدورها بتحويل هذه الإشارات الكهربائية إلى موجات كهرومغناطيسية تبث في الجو المحيط . كما يمكن توليد موجات كهرومغناطيسية تنتشر داخل الكوابل أو الألياف البصرية وغيرها . إن الهوائيات ماهي إلا وسائل لتحويل الإشارات الكهربائية إلى موجات كهرومغناطيسية (في حالة الإرسال) أو العكس ، أي تحويل الموجات الكهرومغناطيسية إلى إشارات كهربائية ، (في حالة الإستقبال) . (أنظر مقال «هوائيات الإتصالات» ، ومقال «هوائيات التلفزيون») .

ولعل القاريء يتساءل ، ولكن كيف يتم نقل المعلومات عن طريق الإشارات الكهربائية ومن ثم الموجات الكهرومغناطيسية ؟ ولا شك أنه تساؤل جيد . إن المهمة الأولى في أي جهاز إتصالات هو تحويل المعلومات المراد نقلها عند المصدر إلى إشارات كهربائية ، فمرسل الهاتف في المنزل واللاقطة (الميكروفون) في محطة الإذاعة تحول صوت الإنسان الذي يحرك جزيئات الهواء بين فم المتكلم واللاقطة إلى إشارات كهربائية عن طريق مقاومة كهربائية تتغير بالتضاغط والتخلخل ، وتؤدي بالتالي إلى تغير التيار المار في أسلاك جهاز الهاتف المتصلة بالمقسم الهاتفي (أنظر مقالة «الهاتف والإتصال الهاتفي» في «العدد الرابع» من مجلة العلوم والتقنية ، شوال ١٤٠٨هـ) . كما أن كاميرات التلفزيون في محطة التلفزيون تقوم بتحويل المشاهد والصور إلى إشارات كهربائية ، يتم تكبيرها ومعالجتها بوساطة الأجهزة الإلكترونية في المحطة ، قبل بثها إلى المشاهدين كإشارات كهرومغناطيسية بوساطة هوائي الإرسال التلفزيوني الضخم المركب في قمة برج التلفزيون العالي . وبالمثل فإن هوائيات الإستقبال التلفزيوني لدى الناس تقوم بتحويل الموجات الكهرومغناطيسية القادمة إلى إشارات كهربائية تغذي أجهزة استقبال التلفزيون حيث تقوم الدوائر الإلكترونية داخل الجهاز باختيار المحطة المطلوبة وتكبير الإشارات القادمة ليتم في النهاية استخدام شعاع إلكتروني يتحول عند اصطدامه بالشاشة إلى صورة يراها المشاهدون .

والسؤال التالي هنا : طالما أن الضوء والحرارة والإتصالات وغيرها تنتقل عبر موجات كهرومغناطيسية فما هو الفرق بينها إذاً ؟ إن الفرق الوحيد بين هذه الصور المختلفة للموجات الكهرومغناطيسية هو الإختلاف في نطاق الترددات أو الذبذبات لهذه الموجات ، فللضوء تردداته ، وللحرارة تردداتها ، ولطيف الإتصالات تردداته وهكذا . ويوضح الجدول رقم (١) نطاقات التردد المستخدمة في الإتصالات وتطبيقاتها المختلفة . (أنظر مقال «الطيف الترددي والإتصالات») .

الاتصالات السلكية واللاسلكية

تنقسم الإتصالات من حيث وسيلة نقلها إلى إتصالات سلكية وإتصالات لاسلكية . وكما هو واضح من الإسم فالإتصالات السلكية هي التي يتم فيها نقل المعلومات عبر أسلاك أو كوابل عن طريق تيارات كهربائية أو موجات كهرومغناطيسية . ومن أمثلة الإتصالات السلكية شبكات الهاتف داخل المدن ، أو شبكات إتصالات الحاسبات داخل المباني ، أو

خطوط الكوابل المحورية أو الألياف البصرية الممتدة بين مواقع مختلفة . أما الإتصالات اللاسلكية فهي التي تنقل فيها المعلومات عن طريق موجات كهرومغناطيسية تبث عبر الفراغ المحيط بوساطة هوائيات إرسال معينة ، وتستقبل في محطات الإستقبال بوساطة هوائيات أخرى . ومن أمثلة الإتصالات اللاسلكية الإذاعة والتلفزيون ، وإتصالات الأقمار الصناعية والإتصالات السيارة (هاتف السيارة) والرادار وإتصالات الطائرات والسفن . ونظراً لأن الإتصالات اللاسلكية تبث في الهواء مباشرة ، فإن بإمكان أي شخص مزود بأجهزة الإستقبال المناسبة أن يتصنت ويعرف المعلومات المبثوثة (بل قد يشوش عليها) . وأما الإتصالات السلكية فإن اختراقها يتطلب أجهزة أكثر تعقيداً ، ولكنها هي الأخرى غير مأمونة تماماً . وتعتبر مشكلة أمن الإتصالات وحمايتها من الإختراق أو التشويش إحدى القضايا المهمة ليس فقط في الإتصالات الأمنية والعسكرية والدبلوماسية ، بل حتى في الإتصالات التجارية والخاصة . وهناك عدة طرق لحماية المعلومات يتطرق إليها مقال «أمن المعلومات وعلم الشفرة» .

الاتصالات التمثيلية والرقمية

يمكن أيضاً تقسيم الإتصالات إلى اتصالات تمثيلية أو اتصالات رقمية . فالإتصالات التمثيلية هي تلك التي تستخدم إشارات كهربائية تتغير باستمرار مع الزمن . ومثال ذلك شبكة الهاتف الحالية حيث تتغير قيمة التيار الكهربائي في السلك الواصل بين مقسم الهاتف وبين هاتف المنزل ، بشكل يتناسب مع صوت المتكلم الذي يتغير باستمرار وقد يأخذ أي قيمة ضمن مدى محدد حسب الكلمات وشدة الصوت وطبيعة صوت المتكلم . وكذلك فإن الإذاعة والتلفزيون هي أمثلة أخرى للإتصالات التمثيلية .

أما الإتصالات الرقمية فهي تلك التي تستخدم إشارات رقمية . والإشارات الرقمية هي تلك التي تأخذ قيماً محددة عند لحظات معينة من الزمن . ومثال ذلك الإتصال البرقي (أو التلغرافي) حيث يرمز لكل حرف من حروف اللغة بمجموعة معينة من الرموز (الشرطات والنقاط) ، وترسل عبر البرق كنبضات معينة تمثل هذه الرموز . وكذلك فإن الإتصالات بين الحاسبات تتطلب إرسال رموز تمثل الصفر أو الواحد وبمعدل زمني معين . ويمكن باستخدام دوائر إلكترونية خاصة تحويل الإشارات التمثيلية إلى رقمية أو العكس . ورغم أن معظم الإتصالات اليوم هي إتصالات تمثيلية ، فإن هناك اتجاهاً متزايداً لاستخدام الإتصالات الرقمية . ويتوقع أن تسود الإتصالات الرقمية خلال عقد أو اثنين من الزمان . (أنظر مقال «الإتصالات الرقمية») .

أنظمة الاتصالات المختلفة

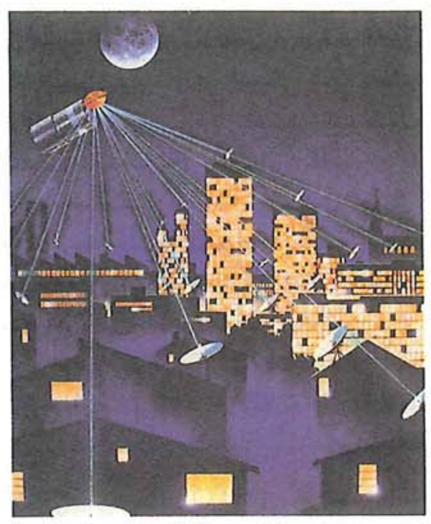
تختلف أنظمة الإتصالات تبعاً لاختلاف الإحتياجات والتطبيق . وسنورد هنا بعضاً من أمثلة أنظمة الإتصالات المهمة بشكل موجز :

١ ـ شبكة الهاتف :

وهي أكثر أنظمة الإتصالات شيوعاً وانتشاراً ، وأكثرها شهرة لدى عامة الناس . وتتكون شبكة الهاتف من أجهزة الهاتف لدى المشتركين ، والمقاسم الهاتفية التي تخدم عدداً من المشتركين ، ثم خطوط التوصيل بين المشتركين والمقاسم ، إضافة إلى خطوط التوصيل بين المقاسم داخل المدينة أو بين المدن والدول . ويتم توصيل المشتركين بالمقاسم عن طريق إتصالات سلكية ، فيما عدا الهاتف السيار الذي يعتمد بالضرورة على استخدام اللاسلكي (أنظر مقال «الهاتف اللاسلكي السيار») . أما التوصيل بين المقاسم أو المدن فقد يتم عن طريق وصلات سلكية (كوابل محورية ، ألياف بصرية وغيرها) أو عن طريق إتصالات لاسلكية (ميكروويف أو توابع إتصالات) . ومن الجدير بالذكر أن تكاليف إنشاء الشبكات الهاتفية يشكل النسبة العظمى من الإستثمارات في مجال الإتصالات ، والدليل على ذلك أن أكبر شركة في التاريخ سواء من ناحية رأس المال أو عدد الموظفين ليست شركات البترول ولا شركات الأسلحة وإنما هي شركة الهاتف والبرق الأمريكية التي بلغت احتكاراتها حداً دفع/الحكومة الأمريكية إلى أصدار قانون بتقسيمها إلى أكثر من سبع شركات في عام ١٩٨٢م . كما أن أكبر الصفقات الدولية في المجال غير العسكري هي صفقات الإتصالات . ويكمن السبب في ذلك إلى أن الإتصالات هي سلعة ضخمة التكاليف أساساً ، إضافة إلى أنها تحتاج إلى تقنية عالية تفتقدها في كثير من الأحيان الدول النامية ، وتضطر في سبيل الحصول عليها إلى دفع مبالغ باهظة لشركات الدول المتقدمة الممتلكة لهذه التقنية .

٢ ـ الإذاعة والتلفزيون :

رغم أن الإذاعة والتلفزيون يعدان أمراً مألوفاً لعامة الناس ، إلا أن القليل يدرك أنها نوع من أنظمة الإتصالات . فالإذاعة المرئية أو



البث عبر الأقمار الصناعية

المسموعة تنقل معلومات من محطة الإرسال إلى المشاهدين والمستمعين في منازلهم أو مكاتبهم أو سياراتهم باستخدام الموجات الكهرومغناطيسية ، وهي لهذا أنظمة إتصالات (تسمى أحياناً بأنظمة الإتصالات الجماهيرية) . ويكمن الفرق بينها وبين شبكات الهاتف في كون الإذاعة نظام إتصال من طرف إلى آخر وفي اتجاه واحد فقط ، كما أنها (أي الإذاعة) هي إتصالات لاسلكية ، في حين أن الهاتف هو غالباً اتصال سلكي .

٣ ـ المركبات الفضائية والأقمار الصناعية :

ويشمل هذا النظام الإتصالات مع المركبات الفضائية المستخدمة في رحلات غزو الفضاء ، أو التوابع (الأقمار الصناعية) بمختلف أنواعها ، توابع الإستشعار عن بعد ، توابع الإستطلاع والتجسس ، توابع الملاحة ، توابع رصد الطقس ، توابع الإتصالات . وأكثر هذه الأنظمة شيوعاً هو توابع الإتصالات التي

تستخدم كمحطة إستقبال وبث في الفضاء لتأمين الإتصالات في منطقة واسعة من الأرض أو عبر الكرة الأرضية بكاملها . ونذكر منها على سبيل المثال القمر الصناعي العربي ، والقمر الدولي للإتصالات البحرية (انمارسات) . (أنظر مقال «إتصالات التوابع الأرضية» ومقال «الإتصالات البحرية عبر التوابع») .

٤ ــ الــرادار :

رغم أن الرادار لا يتيح الإتصال بالمعنى التقليدي بين طرفين ، إلا أنه نظام إتصالات لأنه يتيح الحصول على معلومات حول الطائرات أو السفن القادمة أو حول الظروف الجوية أو العوائق الطبيعية وغيرها . (أنظر مقال «الرادار») .

٥ ــ الإتصالات البصرية :

وهي استخدام الموجات الضوئية (وهي موجات كهرومغناطيسية) في نقل كميات كبيرة من المعلومات عبر ألياف بصرية صغيرة جداً . (أنظر مقال «الإتصالات البصرية») .

٦ ــ شبكات الموجات الدقيقة (الميكروويف) :

الموجات الدقيقة أو موجات الميكروويف هي الموجات التي تتراوح أطوالها بين ١ سم و١٠ سم وتشغل النطاق الترددي المحصور بين ٣ و٣٠ جيجاهيرتز (أنظر الجدول ١) .



وحدة إرسال ميكروويف

تستخدم هذه الموجات في نقل المكالمات الهاتفية والتلكسية وبرامج الإذاعة والتلفزيون وبيانات الحاسب بين المدن عبر مسافات شاسعة ، وباستخدام عدد كبير من الأبراج التي تحمل أطباقاً صغيرة تستخدم كهوائيات لتوجيه

رقم النطاق	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١
التردد	٣ كيلوهيرتز – ٣٠ كيلوهيرتز	٣٠ كيلوهيرتز – ٣٠٠ كيلوهيرتز	٣٠٠ كيلوهيرتز – ٣ ميجاهيرتز	٣ ميجاهيرتز – ٣٠ ميجاهيرتز	٣٠ ميجاهيرتز – ٣٣٠ ميجاهيرتز	٣٣٠ ميجاهيرتز – ٣ جيجاهيرتز	٣ جيجاهيرتز – ٣٠ جيجاهيرتز	٣٠ جيجاهيرتز – ٣٠٠ جيجاهيرتز
طول الموجة	١٠٠ كم – ١٠ كم	١٠ كم – ١ كم	١ كم – ١٠٠ متر	١٠٠ متر – ١٠ متر	١٠ متر – ١ متر	١ متر – ١٠ سم	١٠ سم – ١ سم	١ سم – ١ مم
اسم النطاق	الترددات المنخفضة جداً	الترددات المنخفضة (الموجات الطويلة)	الترددات المتوسطة (الموجات المتوسطة)	الترددات العالية (الموجات القصيرة)	الترددات العالية جداً	الترددات فوق العالية	الترددات فوق العالية جداً (الميكروويف)	الترددات بالغة العلو (الموجات المليمترية)
رمز النطاق	VLF	LF (LW)	MF (MW)	HF (SW)	VHF	UHF	SHF (ميكروويف)	EHF (MMW)
الحد مدى للاتصال	٨٠٠٠ كم	٣٥٠٠ كم	١٥٠٠ كم	١٨٠٠٠ كم	خط الرؤية (٥٠ ـ ١٠٠ كم)	خط الرؤية	خط الرؤية	خط الرؤية
أهم الاستخدامات	ـ البحث العلمي ـ الملاحة البحرية ـ اتصالات تحت الأرض ـ الزمن الترددي القياسي	ـ الملاحة البحرية ـ إذاعة الموجات الطويلة ـ المنارات البحرية اللاسلكية	ـ الملاحة ـ إذاعة الموجات المتوسطة ـ هاتف افواة	ـ الاذاعة الدولية ـ الاتصالات البعيدة المدى ـ اتصالات السفارات ـ الرقابة الجوية ـ الملاحة البحرية والجوية ـ الاتصالات العسكرية	ـ الاتصالات السيارة ـ التلفزيون ـ اذاعة إف إم ـ الملاحة ـ الرادار ـ المراقبة الجوية	ـ الاتصالات السيارة ـ التلفزيون ـ الرادار ـ توابع الملاحة والاستشعار عن بعد والطقس والاستطلاع والتجسس	ـ الاتصالات الفضائية ـ شبكات الميكروويف ـ الاستخدامات العسكرية ـ توابع الاتصالات ـ الرادار	ـ البحث العلمي ـ التجارب العسكرية ـ الاتصالات الفضائية ـ الفلك اللاسلكي

جدول (١) نطاقات التردد المستخدمة في الاتصالات وتطبيقاتها المختلفة

الموجات الكهرومغناطيسية من نقطة إلى أخرى على طول المسار . ويمكن مشاهدة هذه الأبراج بكثرة حول المدن والطرق السريعة في المملكة .

٧ ــ شبكات البيانات :

هي شبكات متخصصة في نقل البيانات والإتصالات بين الحاسبات الآلية . وبطبيعة الحال فإن هذه الشبكات هي إتصالات رقمية في المقام الأول . وهناك حالياً عدد من الشبكات الموجودة في الخدمة في مناطق كثيرة من العالم وخصوصاً في الدول المتقدمة . هذا وسيتم افتتاح شبكة بيانات عامة بالمملكة خلال عام ١٤١٠هـ (١٩٨٩م) . كما يجب الإشارة هنا إلى أن هناك شبكة بيانات لنقل المعلومات بين بعض الجامعات ومراكز البحوث في المملكة والكويت ، وتسمى هذه الشبكة بشبكة الخليج للإتصالات الأكاديمية (GULF NET) . هذا وقد تزايد الإهتمام العلمي والدولي بشبكات الحاسبات نظراً للدور المتعاظم الذي تلعبه الحاسبات في عالم اليوم . (أنظر مقال «إتصالات الحاسبات») .

٨ ــ الملاحة والمساحة وتحديد المواقع :

هناك حالياً عدد من أنظمة الإتصالات التي تخدم الملاحة (تحديد الموقع والسرعة) والمساحة ومعرفة الإتجاهات والمواقع . ونذكر منها على سبيل المثال نظام لوران سي الملاحي ، والأجهزة الألكترونية لقياس المسافة باستخدام الموجات الكهرومغناطيسية ، ونظام التوابع الصناعية (ترانزيت) ، والنظام الأمريكي العالمي لتحديد المواقع باستخدام التوابع (جي . بي . اس) ، ونظيره الروسي (جلوناس) .

٩ ــ شبكة الخدمات الرقمية المتكاملة :

وهذا مفهوم جديد في الإتصالات يرمي إلى توحيد جميع خدمات الإتصالات وجمعها في شبكة واحدة ، بحيث يدخل إلى المشترك في المنزل أو المكتب سلك واحد (أو هوائي واحد) يوفر خدمات الإتصال الهاتفي ، والبرامج الإذاعية والتلفزيونية وخدمات البيانات والإتصال بخدمات المعلومات وغيرها من الإتصالات الضرورية في نفس الوقت ، وباستخدام شبكة واحدة لتوصيل جميع المشتركين . وستستخدم الإتصالات الرقمية في هذه الخدمات بحيث تكون إشارات الهاتف أو الإذاعة أو التلفزيون أو الصورة كلها على هيئة رقمية ، ويتم تحويلها بوساطة أجهزة الإستقبال المناسبة لدى المشترك إلى هيئتها الأصلية ، وهناك حالياً اهتمام عالمي واسع بهذا المفهوم ، كما أن بعض الشركات والدول المتقدمة قد بدأت بناء شبكات خدمات رقمية تجريبية متكاملة في بعض المدن ، وهناك كثير من المنتجات التي بدأت تغزو الأسواق مبشرة بقرب انتشار هذه الشبكة . وتصور عزيزي القاريء إمكانك إستقبال عدد من برامج الإذاعة والتلفزيون والمعلومات وبالطبع المكالمات (وربما المكالمات المرئية) عن طريق سلك الهاتف الذي يدخل منزلك ، وقد تستطيع ذلك وأنت في سيارتك أو في رحلة برية أو جوية . . . ! .

الهاتف اللاسلكي السيار

م. عبدالله عبدالعزيز الضراب
إدارة الاتصالات بعيدة المدى
وزارة البرق والبريد والهاتف

كان الناس في الماضي يتطلعون لطريقة سهلة تمكنهم من ارسال رسائلهم بسرعة وبسهولة وعبر مسافات بعيدة حتى أواخر القرن التاسع عشر الميلادي ، وبالتحديد عندما تمكن العالم الايطالي ماركوني من استقبال اشارات برقية لاسلكية طورت في مطلع هذا القرن لتنقل مكالمات هاتفية بشكل يسير ساهمت إلى حد كبير في تحقيق أحد الأمال التي كان يصبو إليها الانسان .

ولكن التقدم الحضاري السريع الذي نعيشه يوماً بعد يوم جعلنا نبحث عن حلول عاجلة للمشاكل المتزايدة والمصاحبة لهذا التقدم ، فازدياد حجم وعدد المركبات المتنقلة سواء الأرضية أم البحرية أم الجوية ، وازدياد سرعتها ، واتساع المسافات التي تقطعها ، جعل هناك حاجة ماسة وضرورية لايجاد وسائل اتصال تتناسب مع هذه المركبات لتأمين سلامة الركاب أولاً ، بالتوجيه والانذار وتزويدها بكل ما تحتاجه من معلومات مختلفة أثناء تنقلاتها ، وثانياً لتأمين وسائل الاتصال المناسبة للركاب لربطهم مع من حولهم أثناء سفرهم وتنقلاتهم .



نظام الهاتف اللاسلكي السيار اليدوي

في مطلع الربع الأول من هذا القرن بدأت أنظمة الإتصالات اللاسلكية الهاتفية الأرضية المتنقلة تظهر للوجود . إلا أنها كانت في البداية تقتصر على قطاعات خاصة ومحدودة ، وكانت يدوية ويسيرة وذات سعات محدودة تعتمد إلى حد كبير على عامل تبديل يقوم بربط هاتف المشترك بالهاتف الذي يريده إذا أمكن الحصول على قناة شاغرة .

وبطبيعة الحال فإن هذه الأنظمة اليدوية لم تجد استحساناً لدى الجميع لأسباب منها :

١ ــ الحاجة إلى الوجود المستمر لعدد كبير من عمال التبديل .

٢ ــ محدودية التغطية اللاسلكية .

٣ ــ ضرورة تأمين عدد مرتفع من قنوات الترددات اللاسلكية لخدمة عدد محدود من المشتركين .

نظام الهاتف اللاسلكى السيار الآلي

في مطلع السبعينات تم تطوير هذا النظام من يدوي إلى آلي ، فلم يعد ثمة حاجة لعامل تبديل دائم في المحطة الثابتة ، حيث أصبح بإمكان المشترك المتنقل أن يطلب الرقم الذي يريده وهو في سيارته مباشرة بطريقة آلية ودون تدخل عامل تبديل . ولكن هذا التطوير وحده لم يكن كافياً لحل كافة العوائق التي كانت تقابل النظام اليدوي . . فسعة النظام مازالت محدودة ، وطريقة استخدام الطيف الترددي المحدود مازالت غير إقتصادية ، فالطيف الترددي ينقسم إلى نطاقات فرعية متعددة تستخدم لأغراض مختلفة منها البث الإذاعي والتليفزيوني وغيره بما فيها الهاتف اللاسلكي السيار ، وليس من المعقول بالطبع توسعة نظام الهاتف اللاسلكي السيار على حساب الخدمات اللاسلكية الأخرى . كما أنه لا يمكن ضمن منطقة محدودة استخدام تردد واحد لأكثر من غرض واحد ، حيث أن إرسال مكالمتين مثلاً في وقت واحد على تردد معين ضمن منطقة واحدة يؤدي إلى تداخل هاتين المكالمتين عند الإستقبال على هذا التردد .

ولأن نطاق الطيف المخصص لخدمات الهاتف اللاسلكي السيار يحتوي على عدد محدود من ترددات الإرسال ، فإن عدد القنوات اللاسلكية التي يمكن تخصيصها ضمن منطقة معينة في وقت واحد محدود أيضاً بهذا العدد ، ويؤدي ذلك بطبيعة الحال إلى الحد من السعة الإجمالية لأنظمة الهاتف اللاسلكي السيار .

نظام الهاتف اللاسلكي السيار الخلوي

لم يقف المختصون في مجال الهاتف السيار مكتوفي الأيدي أمام هذه المشكلة ، خصوصاً بعد أن تزايد الطلب وبشكل غير متوقع على خدمة الهاتف اللاسلكي السيار ، بل فكروا في إيجاد حلول مناسبة لتجاوز مشكلة الترددات ، وزيادة السعة القصوى للأنظمة اللاسلكية

المستخدمة لهذا الغرض ، ومن الحلول المستخدمة التي أثبتت نجاحها حتى الآن هو نظام الهاتف السيار الخلوي (متعدد الخلايا) ، ويعتمد هذا النظام بأيسر أشكاله على تقسيم المنطقة المراد تغطيتها بالخدمة اللاسلكية إلى مناطق صغيرة أو خلايا بحيث يتوسط كل خلية من هذه الخلايا محطة قاعدية خاصة بها ، ويتوقف تحديد حجم الخلية على عدة أمور منها :

ــ السعة القصوى للنظام .

ــ نوعية الترددات اللاسلكية المستخدمة .

ــ طبيعة المنطقة .

ومن خلال هذا التنظيم يمكن إعادة استخدام الترددات المستخدمة في إحدى الخلايا لخلايا أخرى في نفس الوقت وذلك لتغطية منطقة معينة بالخدمة اللاسلكية السيارة ، على ألا تكون تلك الخلايا متجاورة تماماً منعاً لتداخل المكالمات . (أنظر شكل ١) .

وصف موجز لمكونات نظام الهاتف اللاسلكي السيار

يتكون نظام الهاتف اللاسلكي السيار ، بأيسر شكل له ، من هواتف لاسلكية متنقلة ، ومحطات لاسلكية قاعدية ثابتة ، ومقسم هاتف سيار مرتبط بالشبكة المحلية (أنظر شكل ١) . ويقوم مقسم الهاتف السيار بمتابعة ومعالجة المعلومات التي يجري تبادلها باستمرار بين جهاز الهاتف السيار وأية محطة لاسلكية قاعدية،الأمر الذي يمكن المقسم من متابعة جهاز الهاتف السيار المتجول ، وبالتالي يقوم تلقائياً بتحويل الخدمة الهاتفية له عبر المحطة التي تتيح له أفضل وأوضح خدمة هاتفية ضمن المنطقة التي يغطيها المقسم .

وتستمر هذه المتابعة والتعقب أيضاً أثناء إجراء المكالمة ، وإذا تطلب الأمر يقوم المقسم بطريقة آلية باختيار محطة لاسلكية قاعدية أخرى أفضل مكاناً من المحطة التي تجري عبرها المكالمة دون التسبب في إزعاج المكالمة الجارية .

وتتولى المحطة اللاسلكية القاعدية ، المرتبطة بمقسم الهاتف السيار ، مهمة الإتصال اللاسلكية بأي جهاز من أجهزة الهاتف السيار المتجولة ضمن حدود منطقة معينة حولها ويتم ذلك عبر عدد من القنوات اللاسلكية ، حيث تحتوي كل قناة لاسلكية على مرسل ومستقبل ووحدة تحكم ، وتقوم هذه الوحدة ــ باعتبارها العقل المدبر ــ بتنفيذ الإتصالات مع مقسم الهاتف السيار ، وهي تتحكم أيضاً بالمرسل والمستقبل وبالاشراف على الأعطال في محطة اللاسلكي القاعدية .

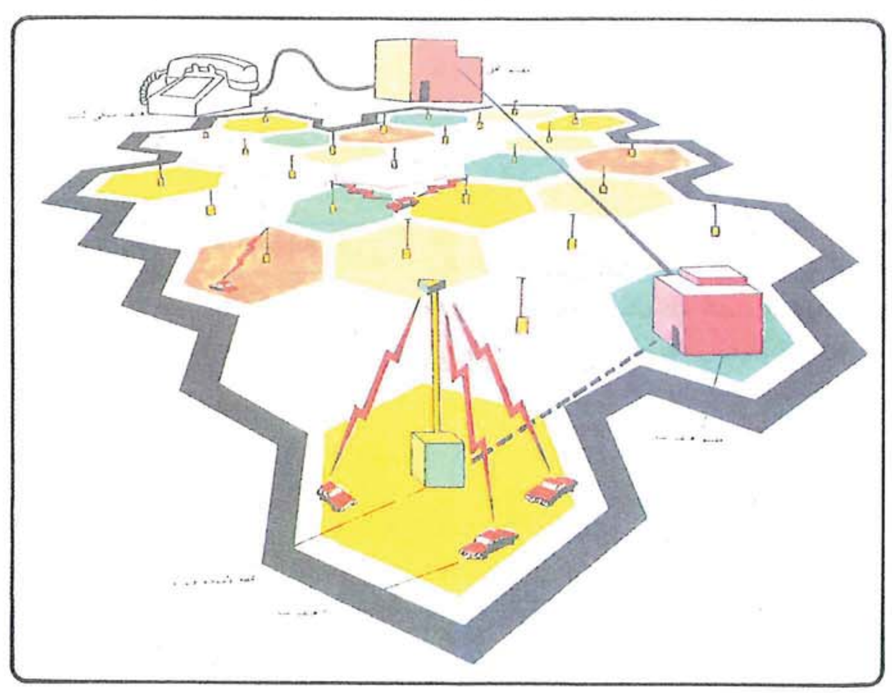
ومن المميزات التي يتمتع بها نظام الهاتف اللاسلكي السيار الحديث إمكان إنتقال المشترك من منطقة تغطية إلى منطقة تغطية أخرى مجاورة دون إنقطاع المكالمة الهاتفية (إمكان التجوال) ، فقد يحدث أثناء إجراء المكالمة أن تمر السيارة عبر حدود منطقة أو أكثر من مناطق التغطية اللاسلكية ، ويتعين في هذه الحالة ، تحويل المكالمة إلى محطة لاسلكية مجاورة للإحتفاظ بنوعية مرضية من الإرسال ، وتتم عملية التحويل كما يلي :

١ ــ تقوم محطة اللاسلكي القاعدية أثناء إجراء المحادثة بإرسال «إشارة متابعة» إلى جهاز الهاتف اللاسلكي السيار بصفة مستمرة ، وتعاد هذه الإشارة من قبل الهاتف السيار إلى المحطة القاعدية لقياس درجة وضوحها (أنظر شكل ٢).

٢ ــ عندما تبتعد السيارة عن محطة اللاسلكي القاعدية المرتبطة بها أصلاً يضعف وضوح الإشارة ، وعند ذلك ترسل محطة اللاسلكي القاعدية إشارة خاصة إلى مقسم الهاتف السيار الذي يقوم بعد استقبال هذه الإشارة بإصدار الأوامر للمحطات اللاسلكية القاعدية المجاورة لقياس شدة الإشارة ، ولنفرض بأن المحطة اللاسلكية القاعدية رقم (٣) تظهر أفضل أنواع الإستقبال كما هو موضح في الشكل رقم (٣) .

٣ ــ يقوم مقسم الهاتف السيار عندئذ بتحويل المكالمة إلى المحطة اللاسلكية القاعدية رقم (٣) ، ثم يأمر جهاز الهاتف السيار بالتحول إلى قناة جديدة .

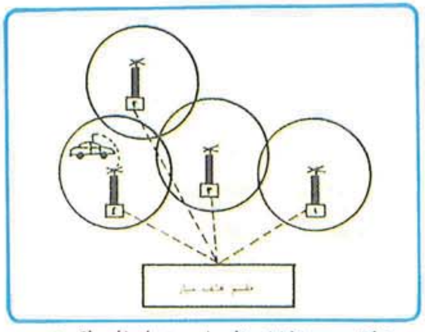
٤ ــ ينتقل الهاتف اللاسلكي السيار بعد ذلك إلى المحطة اللاسلكية القاعدية رقم (٣) على قناة جديدة ، ويتم فصل المحطة اللاسلكية القاعدية السابقة (أنظر شكل ٤) . ويلاحظ الطرفان اللذان يجريان المكالمة هذه العملية برمتها على شكل انقطاع قصير في الإتصال .



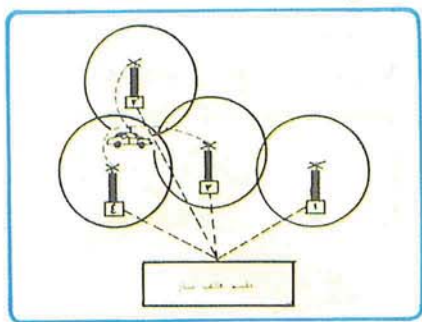
شكل (١) نظام الهاتف اللاسلكي السيار الخلوي

نظرة مستقبلية

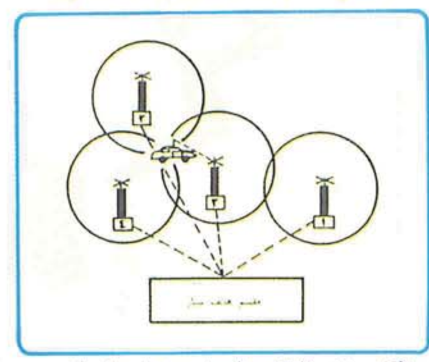
إن أنظمة الهاتف اللاسلكي السيار (الخلوية) المستخدمة حالياً في العالم تتشابه إلى حد بعيد من حيث الفكرة والهدف ، إلا أنها تختلف في بعض أمور فنية أهمها الترددات ونظم الإشارات ، وقد لجأت بعض الدول مثل الدول الاسكندنافية إلى استخدام نظام واحد لتمكين المشترك من استخدام نفس هاتفه اللاسلكي في أي من هذه الدول ، طالما أنه ضمن منطقة مغطاة لاسلكياً . إلا أن كثيراً من دول العالم تبنت أنظمة مختلفة ، أوجدت عائقاً أمام



شكل (٢) الهاتف السيار مرتبط بالمحطة (٤)



شكل (٣) رصد واختيار الإشارة الأقوى



شكل (٤) الهاتف السيار يرتبط بالمحطة «٣»

المشتركين يحول دون استخدام هـواتفهم اللاسلكية في غير بلدانهم .

وقد أحست بعض هذه الدول بضرورة توحيد هذه الأنظمة للفوائد الإقتصادية والفنية والمميزات التي ستعود عليها من جراء هذا التوحيد ، وعلى ضوء ذلك فقد اجتمع عدد كبير من الدول الأوروبية لوضع مواصفات مشتركة لنظام هاتف لاسلكي سيار خلوي مشترك أطلق عليه اسم النظام الأوربي ، ومن المتوقع تطبيق هذا النظام في مطلع عام ١٩٩١م ، ومن جهة أخرى فقد بدأت دول الخليج العربي أيضاً ببحث موضوع التكامل بين شبكات الهاتف اللاسلكي السيار فيها ، وليس من المستبعد أن تتفق جميع الدول العربية في وضع مواصفات مشتركة لنظام هاتف سيار موحد (يطلق عليه نظام الهاتف اللاسلكي السيار العربي) .

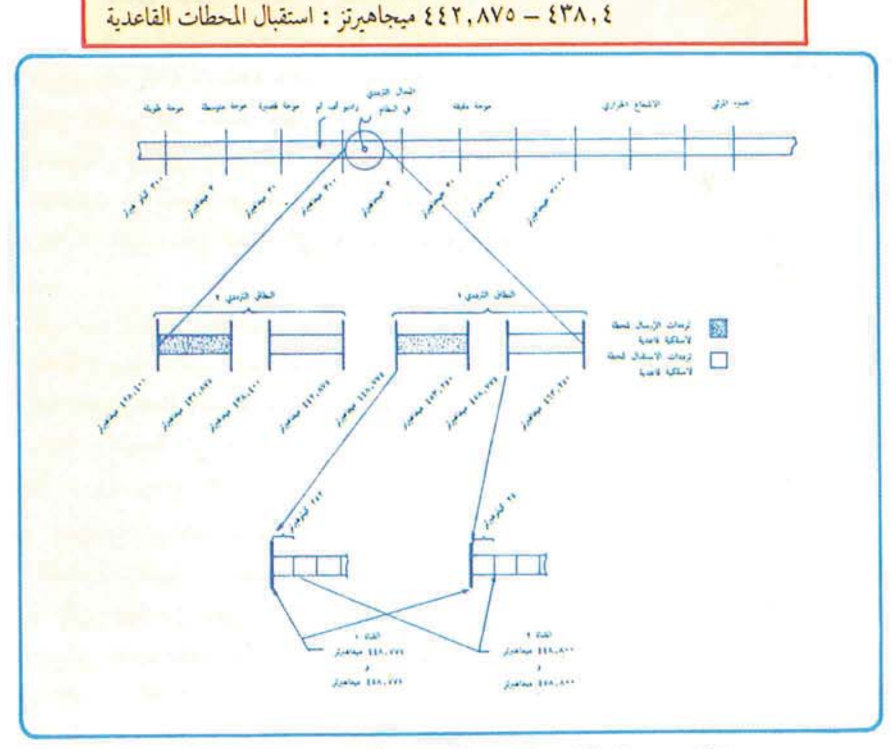
وحرصاً من الاتحاد الدولي للإتصالات على الحد من تعدد أنظمة الهاتف اللاسلكي السيار في العالم ، فقد شكل لجان عمل مهمتها وضع الخطوط العريضة والتوصيات الفنية لنظام الهاتف السيار في المستقبل وتحديد الإطار العام لهذا النظام ، وتجدر الإشارة إلى أن المملكة العربية السعودية من الدول التي شاركت في أعمال هذه اللجان منذ بدايتها .

هذا ومن المحتمل أن يصبح الهاتف اللاسلكي السيار في المستقبل صغير الحجم جداً ، ويأخذ شكلاً غير الشكل المألوف حالياً . وقد لا يقتصر استخدامه على السيارة فقط ، بل يمكن وضعه في الجيب والتنقل به في كل مكان سواء في الشارع أم المبنى أم القطار أم الطائرة أم الباخرة ، وبطبيعة الحال فإنه لا يمكن تحقيق ذلك إلا بعد أن تتفق كافة الدول على تخصيص نطاق ترددي موحد لاستخدامه لهذا الغرض ، بالإضافة إلى ضرورة الإتفاق على أمور أخرى سواء أكانت من الناحية الفنية أم الإدارية ، وعلى أية حال فقد أثبتت التطورات التقنية أنه ليس ثمة شيء يتعذر تنفيذه ، إذا ما وجد الوفاق وحل السلام بين شعوب العالم .

الهاتف السيار في المملكة العربية السعودية

بدأت خدمة الهاتف الآلي السيار في المملكة في محرم ١٤٠٢هـ ، واكتملت توسعة النظام في عام ١٤٠٤هـ ، وتبلغ السعة الكلية لنظام الهاتف الآلي السيار في المملكة حوالي ٢٠٠٠٠ خط هاتفي ، وقد وصل عدد المشتركين (الخطوط العاملة) في العام الماضي (١٤٠٨هـ) حوالي ١٢٠٠٠ مشترك ، وتبلغ عدد المحطات اللاسلكية القاعدية حوالي ٥٥ محطة منتشرة في جميع مناطق المملكة وتؤمن التغطية اللازمة لجميع المدن الرئيسة وعدد من القرى والطرق الهامة (مثل طريق الرياض ـ الخرج، طريق جدة ـ مكة ـ الطائف ـ المدينة) . وقد قسمت المملكة إلى ثلاث مناطق رئيسة (الشرقية والوسطى والغربية) يخدم كل منها مقسم واحد للهاتف السيار ، ويعمل النظام حالياً ــ كما يتضح من الشكل رقم (٥)ــ على نطاقين ترددين ضمن نطاق الترددات فوق العالية (UHF) ، وهما :

ـ النطاق ١ :	٤٤٨,٧٧٥ ــ ٤٥٣,٢٥ ميجاهيرتز	ارســال المحطات القاعدية
	٤٥٨,٧٧٥ ــ ٤٦٣,٢٥ ميجاهيرتز	استقبال المحطات القاعدية
ـ النطاق ٢ :	٤٢٨,٤ ــ ٤٣٢,٨٧٥ ميجاهيرتز	ارســال المحطات القاعدية
	٤٣٨,٤ ــ ٤٤٢,٨٧٥ ميجاهيرتز	استقبال المحطات القاعدية



شكل (٥) النطاقات الترددية للهاتف الآلي السيار في المملكة

الاتصالات الرقمية

د. عادل أحمد علي
كلية الهندسة - جامعة الملك سعود

تأخذ المعلومات المرسلة احدى صورتين : تمثيلية أو رقمية ، فالاتصالات الهاتفية والاذاعية والتلفزيونية هي أمثلة على النوع الأول ، أما الاتصالات بين الحاسبات والاتصالات البرقية فهي معلومات رقمية . وعلى الرغم من أن الغالبية العظمى من أنظمة الاتصالات في العالم هي أنظمة تمثيلية ، إلا أن السنوات العشرة الأخيرة قد شهدت تحولاً كبيراً نحو الاتصالات الرقمية ، ومن المؤكد أن يستمر هذا التحول لتصبح جميع أنظمة الاتصالات أنظمة رقمية قبل مرور عقد أو عقدين من الزمان على الأكثر . ولكي نتفهم بصورة عامة ما يميز كلا من نوعي الاتصالات والأسس التي قامت عليها الاتصالات الرقمية وتطبيقاتها دعونا نستعرض التالي :

الارسال التمثيلي والارسال الرقمي

تشغل الإشارات في الإرسال التمثيلي حيزاً متصلاً من الترددات ، كما في الإرسال الإذاعي المسموع أو المرئي (التلفزيون) لموجات الصوت والصورة ، فإذا أرسلت إشارات تمثل موسيقى عالية الجودة فإن نطاقاً ترددياً متصلاً يبدأ من ٣٠ هيرتز إلى ٢٠٠٠٠ هيرتز سوف يرسل ، وتتغير شدة التيار المرسل على أسلاك الهاتف مثلاً بصورة متصلة تحاكي تغير شدة الصوت الذي تميزه الأذن .

أما الأساس في حالة الإرسال الرقمي فإن الإشارة المرسلة تأخذ قيمة معينة من بين عدد محدد من القيم عند لحظات زمنية معينة مثلها في ذلك مثل الإشارات الكهربائية داخل الحاسب الآلي التي تأخذ إحدى قيمتين فقط ، إحداهما تمثل الصفر والأخرى تمثل الواحد ، أي أن هناك قيمتان فقط أما صفر وأما واحد ، وتمثل كهربائياً بقيمتين محددتين للجهد الكهربائي في الدوائر الإلكترونية كأن يكون الجهد ٥ فولت مثلاً للواحد بينما الجهد ١ فولت مثلاً للصفر . وتسمى الإشارة الرقمية في هذه الحالة اشارة ثنائية (بت) ، ويوضح الشكل (١) مثالاً للإشارات التمثيلية والرقمية .

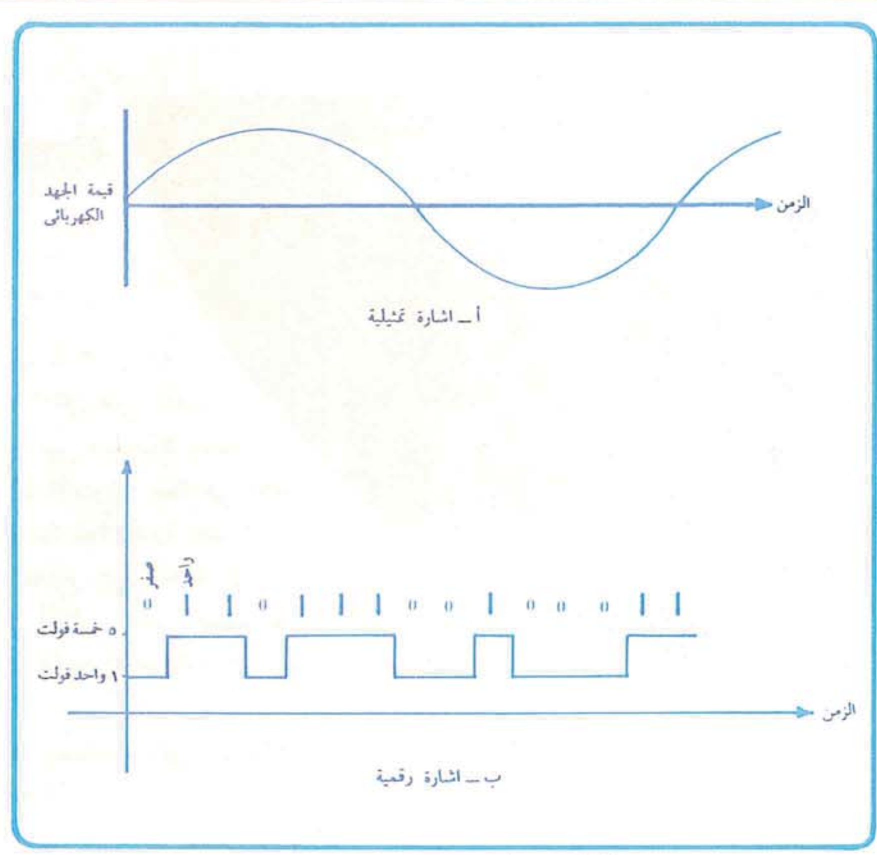
ويمكن لقناة تمثيلية ، مثل القناة الهاتفية ، أن تستخدم لنقل الإشارات الرقمية ، كالإشارات بين الحاسبات مثلاً ، وعندها يلزم تحويل الإشارات الرقمية إلى إشارات تمثيلية شبيهة بإشارات المحادثات الهاتفية ، ويستخدم لذلك معدات خاصة تقوم بتعديل حامل موجات جيبي (يتغير مع الزمن كدالة جيبية) قبل الارسال ، وفي جهاز الإستقبال يتم إجراء العملية المعاكسة للتعديل ، أي استخلاص الإشارات الرقمية من حامل الموجات المعدل وتسمى هذه العملية بعملية فك التعديل . ويطلق على هذه المعدات اسم يشتق من عملية التعديل وعملية فك التعديل (مودم modem) . ويتلخص عمل هذه المعدلات في تغيير شكل الإشارة الرقمية لتصبح شبيهة بالإشارات التمثيلية مع الإحتفاظ بالمعلومات التي تحملها ، وتصبح الإشارات في صورة تناسب الإرسال عبر القنوات التمثيلية ، وعند الإستقبال تقوم معدات فك التعديل بدورها حيث تعيد للإشارات المستقبلة صورتها الرقمية .

ومن ناحية أخرى فإن المعلومات التمثيلية - كالمحادثات الهاتفية - قد تنقل عبر القنوات الرقمية بعد تحويلها إلى إشارة رقمية باستخدام طرق تحويل من تمثيلي إلى رقمي . وأكثر هذه الطرق شيوعاً هي طريقة تعديل شفرة النبضات (PCM) والتي ذاع استخدامها في نقل إشارات المكالمات الهاتفية في السنوات الأخيرة . ومن ناحية المبدأ فإنه بالإمكان نقل أية إشارة تمثيلية عبر القنوات الهاتفية الرقمية باستخدام تعديل شفرة النبضات .

وربما يتساءل القارىء أي النظامين أكثر كفاءة من الآخر ؟ فيما يلي نستعرض الإجابة على هذا السؤال :

يتطلب الإرسال الرقمي نطاقاً ترددياً يفوق النطاق الترددي اللازم لإرسال نفس الإشارات تمثيلياً . ففي الإشارات الهاتفية مثلاً ، تشغل الإشارة نطاقاً ترددياً يقرب من ٤٠٠٠ هيرتز . أما إذا حولت إلى إشارة رقمية فإنه يتعين إرسال ٥٦٠٠٠ نبضة في كل ثانية (نظام أمريكي) أو ٦٤٠٠٠ نبضة في كل ثانية (نظام أوربي) للمكالمة الواحدة ، وباستخدام الطرق المتبعة حالياً فإن إرسال نبضة ثنائية واحدة كل ثانية يستلزم نطاقاً ترددياً يقرب من ذبذبة واحدة في الثانية (١ هيرتز) ولهذا ، فإن إرسال مكالمة هاتفية رقمية يتطلب نطاقاً ترددياً يبلغ ٦٤ كيلوهيرتز .

وتزيد سعة النطاق الترددي للقنوات الرقمية عن سعة مثيلاتها من القنوات التمثيلية التي تستخدم نفس السلك أو واسط الإنتقال ، ويرجع ذلك إلى أن الإشارات الرقمية تحوي معلومات ثنائية فقط ولا تستلزم قدراً كبيراً من طاقة الإشارة بالنسبة لطاقة الضوضاء ، بعكس الإشارات التمثيلية التي يلزمها قدراً أكبر من



شكل (١) الاشارات التمثيلية والرقمية

نسبة الإشارة إلى الضوضاء لكي يمكن معرفتها بدقة .

وعند نقل الإشارات التمثيلية أو الرقمية عبر القنوات المختلفة يتعين تكبير الإشارات بوساطة مضخمات على مسافات متساوية عبر القناة تبلغ عدة كيلومترات ، والهدف من استخدام هذه المضخمات هو بالطبع تعويض طاقة الإشارات التي يفقد قدراً كبيراً منها خلال الإنتقال عبر القناة (الأسلاك أو الهواء) ، وذلك لكي تستعيد الإشارة طاقتها كما كانت عليه قبل الإرسال . وفي حالة الإرسال التمثيلي لا تتمكن مضخمات الإشارة من التمييز بين الإشارات والضوضاء التي تختلط بها ، بل تقوم بتكبير الإشارات والضوضاء على حد سواء . وعلى العكس من ذلك ففي الإرسال الرقمي لا تقوم المضخمات بتكبير الإشارة فقط بل تقوم بإعادة توليدها كإشارة جديدة خالية من الضوضاء كلية ، ويكمن السبب في ذلك في إمكان التمييز بين الإشارة التي تأخذ أحد الأشكال المعروفة مسبقاً وبين الضوضاء التي تمثل إشارة عشوائية سريعة التغير .

ويتضح مما سبق أن الضوضاء تزداد باضطراد عبر قناة الإرسال في حالة الإرسال التمثيلي حيث يقوم كل مضخم بتكبير تلك الضوضاء ، بعكس الإرسال الرقمي الذي لا تزداد فيه الضوضاء على طول القناة ، والنتيجة هي تفوق أداء الإرسال الرقمي . وحتى وقت قريب كان الإرسال التمثيلي يشكل الغالبية العظمى من أنظمة الإتصال للمسافات القريبة والبعيدة على حد سواء . إلا أن السنوات الأخيرة قد شهدت زيادة مضطردة في أنظمة الإتصالات الرقمية ، ويرجع السبب في ذلك إلى عدة عوامل أهمها :

١ ـ التقدم الكبير الذي أحرز في مجالات تصنيع قنوات الإتصال ذات السعة العالية كالألياف البصرية والكوابل المحورية الحديثة وغيرها .

٢ ـ التوسع في استخدام الدوائر الألكترونية المتكاملة وما تبع ذلك من تحسن كبير في جميع وسائل معالجة المعلومات والإشارات وخاصة الرقمية منها .

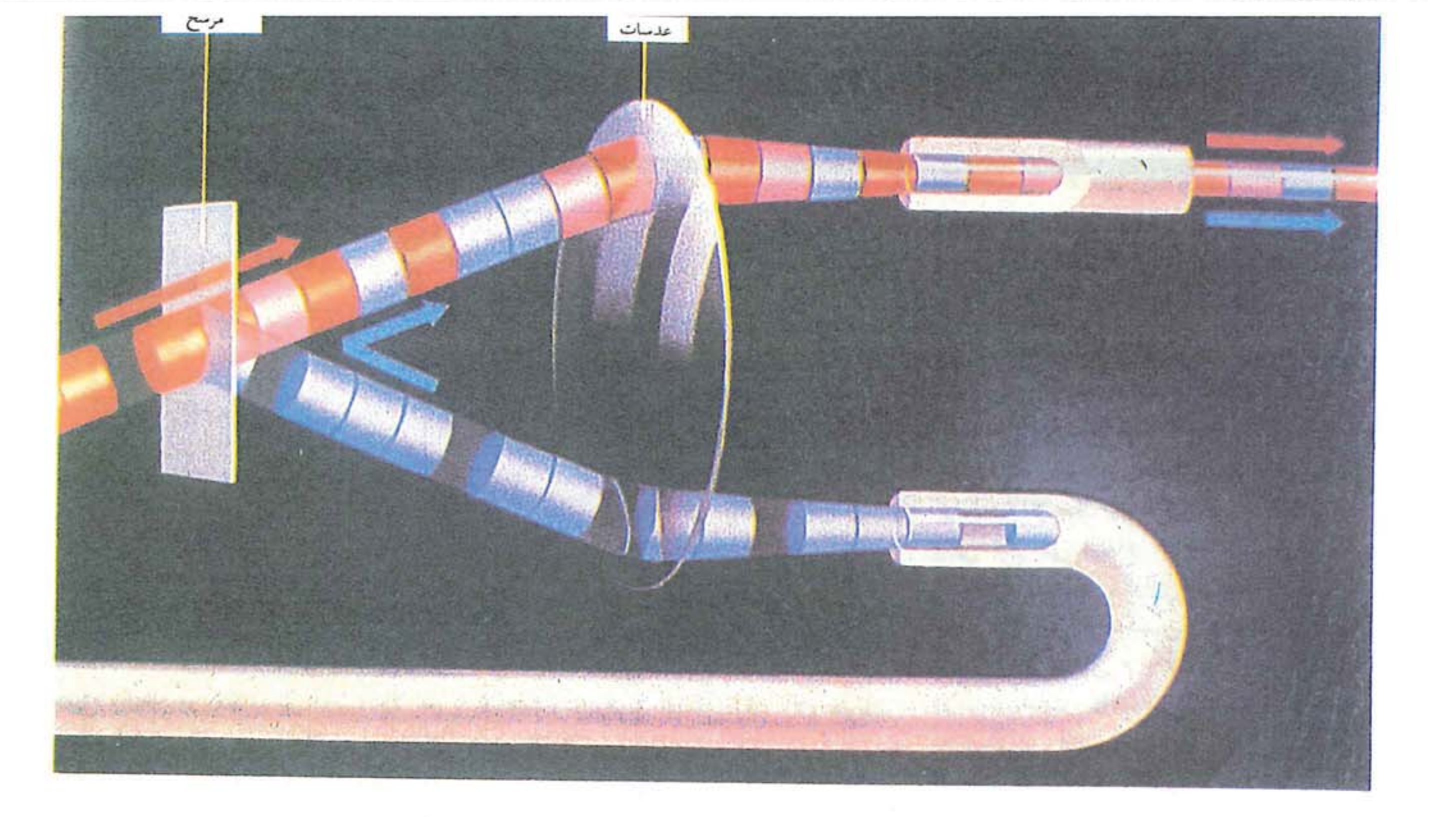
٣ ـ زيادة سعة القنوات الناجم عن استخدام المكررات الرقمية على مسافات قريبة .

٤ ـ الزيادة المستمرة في حجم المعلومات الرقمية المراد تبادلها بين الحاسبات وبنوك المعلومات ومراكز التحكم والمتابعة عن بعد وغيرها .

٥ ـ انتشار استخدام المبادلات (المقاسم) الرقمية لما لها من مميزات عديدة ، تجعل الإرسال الرقمي داخل المدن ضرورة حتمية لتفادي تحويل الإشارات من رقمية إلى تمثيلية والعكس ، وما يتطلبه ذلك من معدات وسيطة يمكن الإستغناء عنها في حالة الإرسال الرقمي .

٦ ـ التنوع الكبير في مصادر الإشارات ، والذي يزداد باضطراد في الأونة الأخيرة حيث ترسل المحادثات الهاتفية ، والإشارات التلفزيونية ، وإشارة نقل صورة المستندات (الفاكس)، وإشارات أجهزة التحكم والمراقبة ، والإشارات بين الحاسبات وبين بنوك المعلومات وغيرها ، وما يتطلبه ذلك من وضع إعتبارات خاصة بكل نوع من أنواع الإرسال عند تصميم الشبكة التمثيلية ، ويضاف إلى ذلك احتمالات التداخل والتشويش بين الإشارات المختلفة إذا ما نقلت عبر شبكة تمثيلية واحدة . أما في حالة الإرسال الرقمي ، فإن جميع الإشارات تتشابه بحيث يمكن تبادلها بين المبادلات الرقمية وتوجيهها بين نقاط الإرسال والإستقبال المختلفة .

ولإيجاز ما تقدم يمكن القول بأن الإتجاه السائد الآن هو أن تبقى الأنظمة التمثيلية في العمل لحين انتهاء عمرها الإفتراضي على أن تكون التوسعة والإضافات ، باستخدام النظم الرقمية ، سواء في معدات المقاسم والمبادلات أم خطوط وقنوات الإتصال . وتتفوق النظم الرقمية من حيث مستوى الأداء والتكلفة على النظم التمثيلية وذلك بالنسبة إلى المعدات الطرفية ، وبالنسبة لقنوات الإرسال القصيرة فينطبق عليها ما تقدم عن المعدات الطرفية . أما في قنوات الإرسال بعيدة المدى ، حيث تمثل تكلفة القناة الغالبية العظمى من التكلفة الكلية ، فلا تزال الإتصالات التمثيلية أكثر كفاءة من الناحية الإقتصادية من الإتصالات الرقمية . إلا أن طرقاً جديدة للتعديل الرقمي قد أخذت في الظهور لتزيد كفاءة الإرسال الرقمي بحيث يصبح هو الوسيلة الأكيدة للإتصالات قصيرة المدى وحول العالم على حد سواء قبل نهاية هذا القرن .





الاتصالات البصرية

د. محمد عبدالرحمن الحيدر
كلية الهندسة ـ جامعة الملك سعود

جرت محاولات كثيرة لاستخدام الاتصالات البصرية بمفهومها المعاصر ، وكان أول تلك المحاولات ماقام به الكسندر جراهام بل عام ١٨٨٠م من اكتشاف مايسمى بالهاتف المرئي . غير أن التفكير الحقيقي لاستخدام الضوء في مجال الاتصالات البصرية بدأ باكتشاف الليزر عام ١٩٦٠م ، وسنعرض في هذا المقال نوعين من الاتصالات البصرية . النوع الأول منها يستخدم الجو أو الفضاء كواسط ناقل والنوع الآخر يستخدم أليافاً بصرية صغيرة جداً ، ونظراً للمزايا الكبيرة التي يتمتع بها النوع الثاني من الاتصال فقد بدأت كثير من الدول باستبدال أنظمة اتصالاتها المستخدمة فيها بأنظمة اتصالات بصرية ، كما أنها فتحت مجالات وآفاقاً كثيرة لم تكن مألوفة إلا في أفلام الخيال العلمي .

نظرة تاريخية

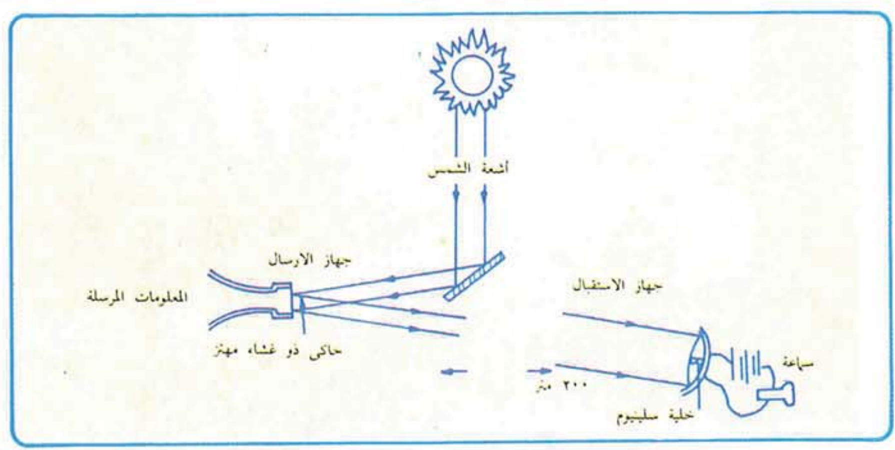
لقد وجد الضوء منذ أن خلق الله الأرض ومن عليها ، فعندما نتحرك أو نتخاطب بالإشارات ، فإننا نستخدم ضوء أشعة الشمس أثناء النهار والإنارة الإصطناعية أثناء الليل وإلا لما أمكن لأي منا أن يرى الآخر ، فعندما تؤشر لشخص ما بيدك فإن يدك تمثل جهاز الإرسال ، وعين المستقبل تمثل جهاز الإستقبال ، والواسط الفاصل بينكما يمثل قناة الإتصال ، وحركة اليد تعدل أو تضمن الضوء لتشير إلى المعلومات المراد نقلها . غير أن العيب في هذا النوع من الإتصال أن مسافته محدودة واحتمال الخطأ أو نقل المعلومات إلى جهات أخرى غير الجهة المستقبلة كبير جداً .

ومن الأمثلة على قدم استخدام الضوء للإتصال ما عرفته القبائل العربية في الصحراء ، عندما توقد النار لتدل على مكان وجودها ودعوة الضيوف للمجيء . كما أن الإشارات الضوئية في الشوارع والسيارات دليل على استخدام الإتصالات الضوئية ، ولا يخفى على القاريء الكريم الأمثلة الكثيرة الدالة على ذلك . غير أن مفهوم الإتصالات البصرية بمعناه المعاصر قد بدأ عام ١٨٨٠م عندما اكتشف الكسندر جراهام بل الهاتف المرئي ، الموضح بالشكل رقم (١) ، حيث تقوم مجموعة من العدسات والمرايا بإسقاط الضوء على مرآة مستوية ملصقة بحاك ذي غشاء مهتز ، وعند سقوط الصوت على الحاكي يهتز غشاؤه ، وبالتالي تهتز المرآة ، لذا فإن الشعاع الواصل للمستقبل يكون مهتزاً ، ويتكون جهاز الإستقبال من كاشف سلينيوم تتغير مقاومته مع كثافة الضوء الساقط عليه ، والذي يحتوي على الرسالة المرسلة ، وبالتالي فإن الإشارة الكهربائية في السماعة تكون هي نفسها الإشارة المرسلة .

غير أن الميلاد الحقيقي للإتصالات البصرية كان عام ١٩٦٠م ، عندما تم بنجاح تشغيل أول جهاز ليزر باستخدام مادة الياقوت ، وتلا ذلك إجراء تجارب كثيرة لاستغلال هذا المصدر الجديد ، وأهمها استخدام الألياف البصرية للإتصالات والتي سبق أن تم استعراض مزاياها في مقالة سابقة من هذه المجلة (العدد ٢) . وقبل التحدث عن أنواع الإتصالات البصرية لا بد من إلقاء الضوء على أسباب الإهتمام بهذا النوع من الإتصالات .

عصر المعلومات

يتصف عصرنا الحاضر بتدفق هائل من المعلومات والتي تحتاج إلى التجميع والتخزين



شكل (١) رسم توضيحي للهاتف المرئي

والتحليل والنقل من مكان إلى آخر ، ولا تتم هذه العمليات إلا من خلال استخدام الحاسبات والأجهزة الألكترونية ، وهنا يأتي دور الإتصالات في تبادل المعلومات ونقلها من مكان إلى آخر .

وكما نعلم فإن الذبذبات الإذاعية والتلفزيونية والإتصالات تشغل حيزاً كبيراً من مجال الطيف الكهرومغناطيسي المزدحم (أنظر مقال الطيف الترددي والإتصالات) ، مما يقتضي ضرورة البحث عن ذبذبات أعلا تمتاز بنطاق واسع ، ومن هنا يأتي دور الترددات البصرية للمساهمة في فك الخناق عن الذبذبات الدنيا ، ويبدأ النطاق الترددي البصري من ٣ × ١٠^١٤ هيرتز وينتهي عند ١٠^١٦ هيرتز . أي أن أطوال أمواجها تبدأ من ١ ميكرومتر وتنتهي عند ٣٠ نانومتر ، ويقع الطيف المرئي فيها مابين ٣٨٠ نانومتر إلى ٧٦٠ نانومتر .

وينقسم مجال الإتصالات البصرية إلى جزئين ، أحدهما لاسلكي والآخر سلكي .

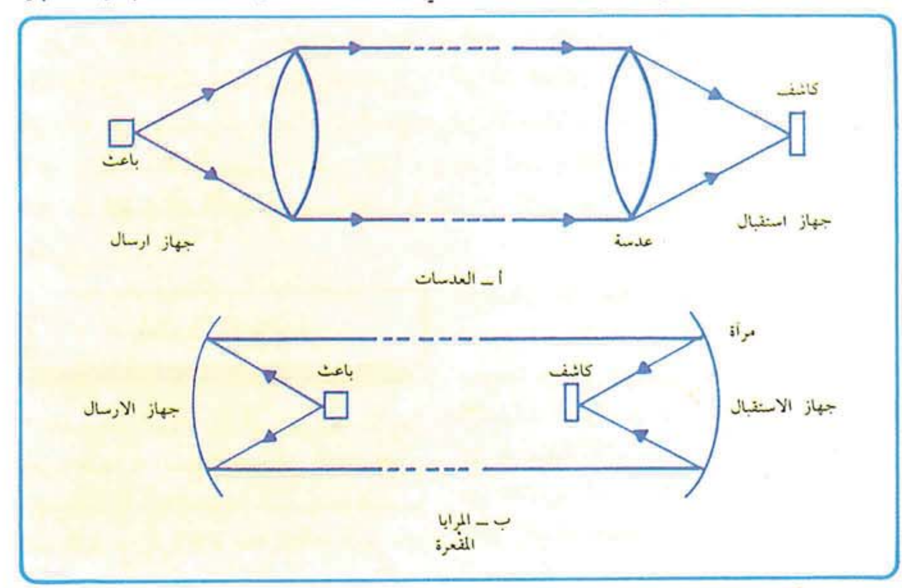
الاتصالات البصرية اللاسلكية

تأخذ أجهزة الإتصالات البصرية أشكالاً متعددة ، ويدخل بعضها ضمن الأجهزة المنزلية . فلو نظرنا مثلاً إلى أجهزة التحكم عن بعد ، المستخدمة لفتح أو إغلاق التلفزيون وتغيير القنوات ، نجدها تستخدم الأشعة تحت الحمراء . كما تستخدم هذه الأشعة في الهواتف المتنقلة ، وبين النهايات الطرفية والحاسبات . غير أن هذه الإستخدامات محصورة في أماكن متقاربة من بعضها البعض ، وتتطلب بعض الإستخدامات إرسال معلومات بين أماكن متباعدة ، ويوضح الشكل رقم (٢) طريقتين للإرسال البصري يستخدم الجو فيهما كواسط ناقل . ويتم توجيه الإشارات بين المرسل والمستقبل باستخدام الخواص التركيزية للعدسات البصرية ، الشكل رقم (٢ أ)، أو المرايا المقعرة ، الشكل رقم (٢ ب) . غير أن هذه الأنظمة لاقت صعوبات عديدة ، نتيجة للظروف الجوية كالمطر والضباب والغبار والثلوج ، كما أنها تحتاج إلى نظم توجيه معقدة ومكلفة، ولم يتم استخدامها إلا لمسافات قصيرة جداً.

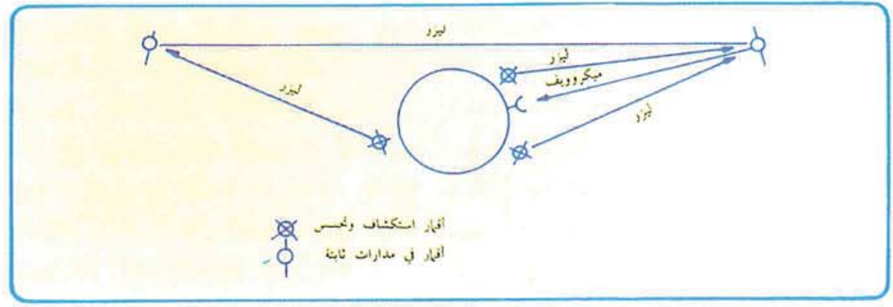
إن استخدام الإتصالات البصرية اللاسلكية يحتاج إلى أجواء خالية من المؤثرات الجوية السابقة ، ولا تتوفر هذه الأجواء إلا في الفضاء الخارجي ، ويوضح الشكل رقم (٣) رسماً توضيحياً للإتصال بين الأقمار الصناعية الثابتة ، والتي تقع على ارتفاع ٣٦٠٠٠ كم ، والأقمار الصناعية المتحركة ، والتي تستخدم لإكتشاف سطح الأرض والتجسس ويتراوح ارتفاعها مابين ٢٠٠ كم إلى ٢٠٠٠ كم . غير أن هذه الإستخدامات لا تستغل الطاقة الكاملة للإتصالات البصرية ، مما حدا بالباحثين للبحث عن وسائل أخرى لاستغلالها .

الاتصالات السلكية

ظن أكثر الناس أن إطلاق الأقمار الصناعية في منتصف الستينات كان بداية النهاية

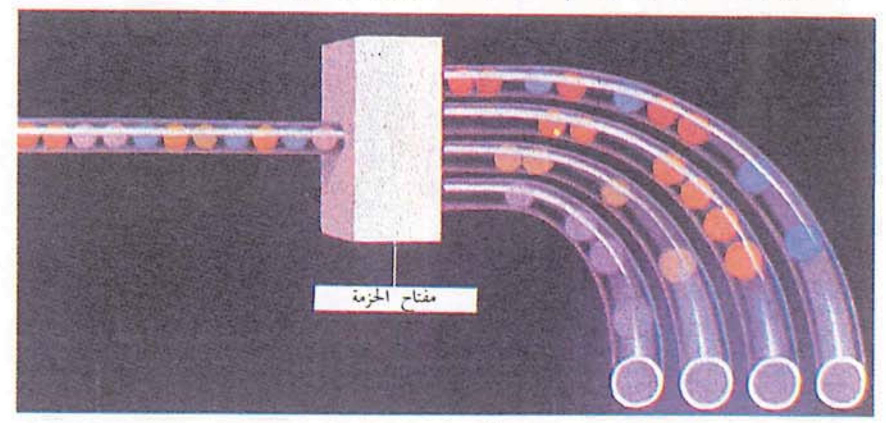


شكل (٢) ارسال الموجات الضوئية عبر الجو باستخدام العدسات والمرايا المقعرة



شكل (٣) نظام الاتصالات البصرية بين الأقمار الصناعية

للإتصالات السلكية عبر القارات والبحار والمحيطات ، وبدأ الإهتمام يتجه إلى الإتصالات الفضائية ، وحيث أن أسلوب الإتصالات السلكية بعيدة المدى والمغمورة كان حديث العهد نسبياً إذ كانت بدايته في عام ١٩٥٥م ، وهو المشروع المسمى تات ١ (TAT 1) ، فقد استمرت كثير من الدول في تنفيذ خططها باستخدام الإتصالات المغمورة وبعيدة المدى باستخدام النظام السلكي ، والتي تستخدم الكابلات النحاسية سواء أكانت كابلات محورية أم أسلاكاً مجدولة . وعلى الرغم من تأثير الأقمار الصناعية على هذه الخطط ، فإن المتحمسين للإتصالات السلكية لم يتوقفوا عن إيجاد بدائل للكابلات النحاسية تستخدم المصدر الضوئي المكتشف حديثاً آنذاك ، وهو أشعة الليزر . وقد كانت الأبحاث منصبة على أسلاك تسمح بمرور الضوء فيها بدلاً من التيار الكهربائي . وقد اقترح **الدكتور تشارلز كاو** عام ١٩٦٦م طريقة لتنقية الزجاج من الشوائب وتصنيع شعيرات زجاجية غاية في الدقة تسمح بمرور الضوء دون فقدان كثير منه . وقد تمكنت إحدى الشركات المصنعة للزجاج عام ١٩٧٠م من صنع ألياف زجاجية ذات أداء جيد ، وتوالت الأبحاث لتحسين هذه الألياف ، والمصادر الضوئية ، والكاشفات المناسبة ، لاستغلالها ضمن أنظمة الإتصالات السلكية ، وقد تم بالفعل استخدام أول نظام هاتفي على مستو تجاري عام ١٩٧٧م . توالت بعد ذلك النظم المركبة في أجزاء متفرقة من العالم وبلغت أطوالها مئات الآلاف من الكيلومترات ، لتحل محل الكابلات النحاسية . وقد سبق التحدث عن الألياف البصرية ومزاياها في العدد الثاني من هذه المجلة . وسيشهد العالم من الآن وحتى نهاية هذا القرن ان شاء الله تطوراً هائلاً في استخدام الألياف البصرية ، حيث ستمثل هذه الألياف شرايين الإتصالات عبر البحار والمحيطات والقارات والتي أصبحت منافساً شديداً للأقمار الصناعية .



الألياف البصرية

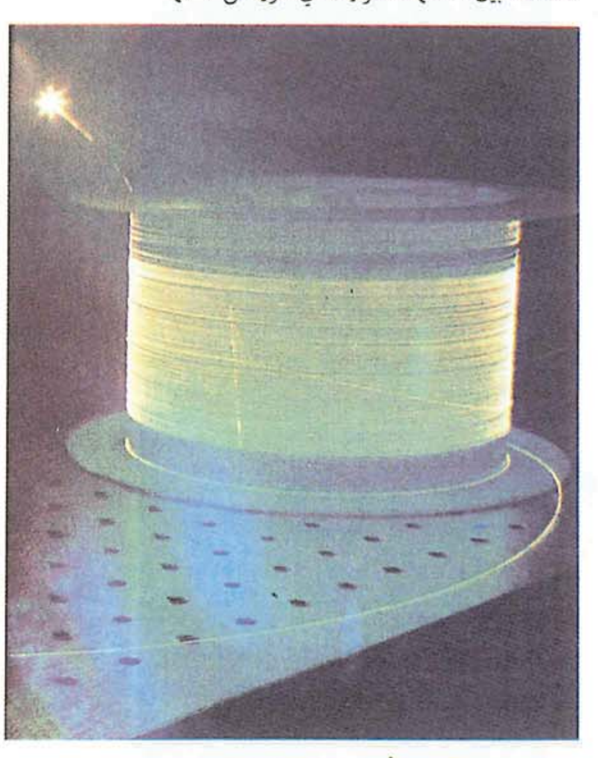
كيف تنقل المكالمات الهاتفية بالألياف البصرية ؟

هناك نوعان أساسيان لنقل المعلومات الصوتية ، أحدهما تمثيلي حيث يتم تحويل الأصوات المراد نقلها إلى إشارات كهربائية وموجات مشابهة تماماً لتلك الصادرة من حنجرة الإنسان أو أي أصوات أخرى ، والنوع الآخر والأكثر تطوراً يسمى بالنظام الرقمي وهو المستخدم في نقل الإشارات عبر الألياف البصرية ، فعندما يتحدث شخص ما بالهاتف ، تقوم أجهزة إلكترونية بتقطيع صوت المتكلم إلى نبضات إلكترونية قصيرة ، ثم تحولها أجهزة أخرى إلى ومضات ضوئية ترسل عبر الألياف البصرية ، وعلى الطرف الآخر تجري عملية عكسية لتحويل الومضات الضوئية إلى نبضات إلكترونية ومن ثم إلى موجات صوتية لها معظم صفات الصوت المرسل . والضوء المرسل عادة ما يكون صادراً من ثنائي ليزري . أما أجهزة الإستقبال فتستخدم ثنائيات شبه موصلة.

عرض نطاق الألياف البصرية

تستخدم أنواع عديدة من الألياف البصرية ، أهمها الألياف الزجاجية أحادية النمط والتي تتمتع بمزايا عديدة ، منها المقدرة على نقل معلومات هائلة من مكان إلى آخر بفقدان أقل ودون استخدام مكررات لتكبير الموجه . وعندما نتحدث عن عرض النطاق للألياف البصرية لا بد من ذكر مسافة النقل دون استخدام مكررات ، والمهم في هذه الحالة هو حاصل ضرب عرض النطاق في المسافة . ومن الناحية النظرية فإن واحدة من الألياف الزجاجية تستطيع أن تنقل ١٦٠ مليون مكالمة هاتفية أو ٨٠٠٠٠ قناة تلفزيونية في آن واحد مستخدمة لذلك النظام الرقمي ، ولمسافة ١٠٠ كم دون استخدام مكرر ، وقد أثبتت التجارب المعملية إمكانية نقل ١٢٥٠٠٠ مكالمة هاتفية في آن واحد لمسافة ٦٨ كم دون إستخدام مكرر ، وإذا أردنا مضاعفة هذا العدد من المكالمات ، فما علينا إلا إضافة ألياف زجاجية أخرى في نفس الكابل .

وقد استخدمت هذه الأنظمة في المملكة لنقل المكالمات بين المقسمات الرئيسة في الرياض . كما تم استخدامها للتحكم والسيطرة بخطوط الضغط العالي في شبكة الشركة الموحدة للكهرباء بالمنطقة الوسطى ، ويجري حالياً تصنيع الألياف الزجاجية داخل المملكة العربية السعودية . وسنرى في المستقبل القريب إن شاء الله استخدامات كثيرة لهذه الألياف كالهواتف المرئية والمحادثات التلفزيونية على غرار الهاتف المرئي وربط الحاسبات مع بعضها وما إلى ذلك .



كابل الألياف البصرية

الطيف الترددي والاتصالات

د. إبراهيم عبدالرحمن القاضي
كلية الهندسة جامعة الملك سعود

يمكن تقسيم الاتصالات بشكل عام إلى اتصالات سلكية واتصالات لاسلكية ، ويشمل النوع الأول جميع الاتصالات التي تتم عبر وسائط نقل فعلية ملموسة كالاسلاك والكوابل وأدلة الموجات والألياف البصرية ، ومثال ذلك شبكات الهواتف المحلية . أما الاتصالات اللاسلكية فهي التي يتم فيها استخدام موجات كهرومغناطيسية تنتقل عبر الغلاف الجوي المحيط أو عبر الفضاء . ويوفر انتشار الموجات الكهرومغناطيسية الأساس العملي لعدد كبير من أنواع الاتصالات اللاسلكية وخصوصاً عبر المسافات الطويلة ، ومن الأمثلة على ذلك : الاتصالات الفضائية مع التوابع (الأقمار الصناعية للاتصالات ، أقمار الاستشعار عن بعد ، أقمار التجسس . . . الخ) ومع المركبات الفضائية عبر مسافات قد تتجاوز عشرات الآلاف من الكيلومترات ، وخدمات الاتصالات الأرضية البعيدة المدى (شبكات الميكروويف والموجات القصيرة) ، والبث الاذاعي المسموع والمرئي (التلفزيون) ، والاتصالات السيارة ، والاتصالات العسكرية ، والرادار ، والملاحة ، وأخيراً الفلك اللاسلكي حيث تقطع الموجات الكهرومغناطيسية بما فيها الضوء مسافات تصل إلى آلاف السنوات الضوئية .

الموجات الكهرومغناطيسية

ولابد لضمان تشغيل واستمرار تطور أنظمة الاتصالات اللاسلكية من توفر الترددات التي تستطيع هذه الأنظمة استخدامها لارسال الموجات الكهرومغناطيسية (الحاملة للمعلومات المطلوبة) من نقطة إلى أخرى .

الموجات الكهرومغناطيسية والطيف الترددي

تتكون الموجات الكهرومغاطيسية من التأثير المتبادل للمجالات الكهربائية والمغناطيسية بحيث يتغير المجالان الكهربائي والمغناطيسي بطريقة جيبية (موجية) . وتسير جميع الموجات الكهرومغناطيسية بسرعة ثابتة تبلغ ٣٠٠ ألف كيلو متر في الثانية في الفراغ (تقل هذه السرعة حسب الوسط الذي تسير فيه هذه الموجات كالهواء أو الماء أو طبقة الأيونوسفير) . وتتحدد خصائص الموجات الكهرومغناطيسية بالتردد وهو عدد مرات تذبذب الموجة في الثانية الواحدة ويقاس بوحدة ذبذبة في الثانية أو هيرتز ، وكذلك بطول الموجة وهي المسافة بين قمتين متتاليتين للموجة وتقاس بوحدة المتر ، وحاصل ضرب التردد بطول الموجة يساوي دائماً مقداراً ثابتاً هو سرعة الموجة الكهرومغناطيسية .

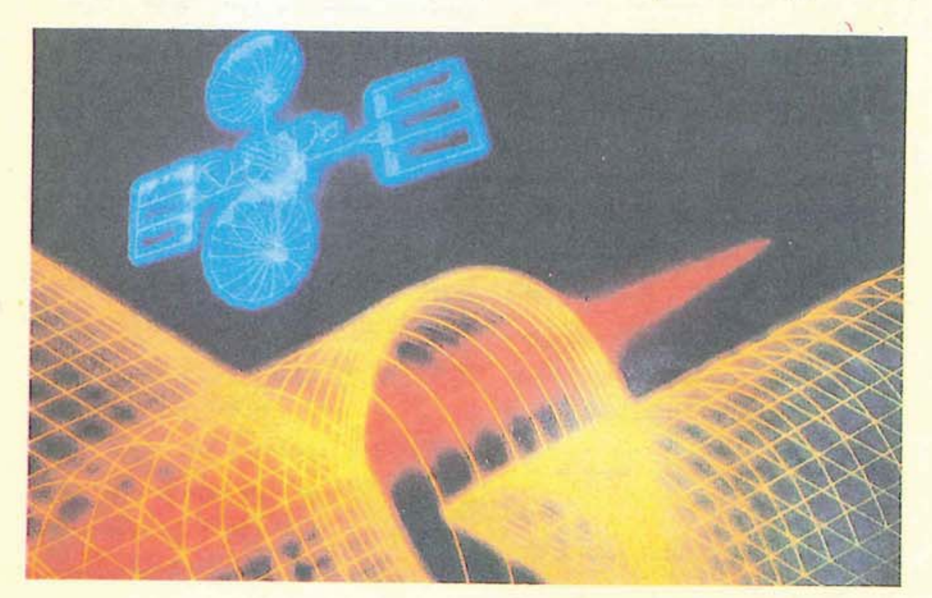
> سرعة الموجة (متر في الثانية) = التردد (هيرتز) × طول الموجة (متر) . .

ونظراً لأن جميع الموجات الكهرومغناطيسية تسير بنفس السرعة ، فانها لا تختلف عن بعضها البعض إلا باختلاف تردداتها وبالتالي اختلاف أطوال موجاتها . وكما نعلم فهناك علاقة عكسية بين التردد وطول الموجة ، فكلما زاد التردد قصرت الموجة والعكس بالعكس ، وعلى سبيل المثال فان موجة يبلغ ترددها ١ ذبذبة في الثانية (١ هيرتز) ، لها طول موجي يساوي ٣٠٠ الف كيلومتر ، وإذا كان تردد محطة اذاعية في نطاق الموجات المتوسطة يبلغ مليون هيرتز ، فان ذلك يعني ان طول الموجة هو ٣٠٠ متر ، بينما يبلغ طول الموجات المستخدمة في اتصالات التوابع (بتردد ٦ بليون هيرتز أو ٦ جيجاهيرتز) ٥ سم فقط ، أما موجات الليزر الضوئية (وهي ضوء عادي ولكن ذو تردد محدد بدقة) الخضراء التي يكون ترددها حوالي ٦×١٠^{١٤} هيرتز (٦٠٠ مليون مليون هيرتز) فان طول موجتها يبلغ

نصف ميكرومتر (نصف جزء من المليون من المتر) .

ومن حيث المبدأ ، فان بامكان تردد الموجات الكهرومغناطيسية أن يتراوح بين صفر ومالانهاية . ويسمى تقسيم الموجات الكهرومغناطيسية حسب ترددها بالطيف الكهرومغناطيسي . فالموجات ذات الترددات المنخفضة (صفر - ٢٠ كيلوهيرتز) تسمى بالموجات الصوتية لأن صوت الانسان يقع ضمن هذا النطاق ، أو بموجات القدرة لأن نقل الطاقة الكهربائية يستخدم هذه الترددات (تردد الطاقة الكهربائية في المملكة ٦٠ هيرتز) . أما الموجات التي يتراوح ترددها مابين حوالي ١٠ ٤ إلى ١٠ ١٢ هيرتز (١٠٠٠٠ هيرتز حتى مليون مليون هيرتز) فتسمى بموجات الراديو وتستخدم في الاتصالات اللاسلكية . وينقسم نطاق الراديو هذا إلى عدة نطاقات صغيرة يصلح كل منها لاستخدام معين في الاتصالات . وعلى سبيل المثال فان الترددات العالية (٣ - ٣٠ ميجاهيرتز) أو مايعرف باسم الموجات القصيرة (١٠٠ إلى ١٠ متر) يستخدم في الاذاعات الدولية ، والملاحة الجوية والبحرية . أما الموجات الأعلا من ذلك (١٠ ١٢ إلى ٤,٣×١٠ ١٤ هيرتز) فتسمى بالموجات تحت الحمراء أو الموجات الحرارية ، ثم تأتي بعد ذلك موجات الضوء المرئي في نطاق ضيق (٤,٣×١٠ ١٤ إلى ٧,٥×١٠ ١٤ هيرتز) ، ثم الموجات فوق البنفسجية ، فأشعة اكس (المستخدمة في التشخيص الطبي وغيره) ، وأخيراً أشعة جاما (التي قد تنتج عن الاشعاعات النووية) والأشعة الكونية .

وتشع جميع الأجسام في هذا الكون (النجوم ، الكواكب ، الصخور ، الأشجار وحتى الجسم البشري) موجات كهرومغناطيسية بترددات تتناسب مع درجات حرارتها ، فالأجسام الحارة جداً كالنجوم تشع موجات مرئية ، بينما الأجسام الأخرى الأقل برودة تشع موجات ضمن الترددات تحت الحمراء أو حتى الترددات اللاسلكية (الراديوية) . ورغم أننا نفكر بالفضاء كفراغ ، إلا أن ذلك ناشيء عن عدم قدرتنا على رؤية الخضم الهائل من الموجات الكهرومغناطيسية التي تغلف وجودنا في كل مكان . اننا نرى جزءاً يسيراً (أقل بكثير من واحد بالمائة) من هذه الموجات ، ونسميها ضوءاً ، ولكننا ندرك مع ذلك وجود موجات الراديو التي تحيط بنا في جميع الأوقات . ان موجات الراديو هذه تجعل الالكترونات الحرة في جميع المعادن تتراقص على أنغامها بصفة مستمرة ، وليست الهوائيات وأجهزة الاستقبال سوى وسائل لتكبير هذه الرقصات الالكترونية وتحويلها إلى معلومات مفيدة للانسان . ورغم ان انطباعنا عن الكون هو انه عبارة عن خليط من الفراغ والمادة ، إلا أن واقع الأمر هو ان الكون محيط لا نهاية له يزخر بموجات الاشعاع الكهرومغناطيسي الذي يتركز في بقع صغيرة ليتحول إلى مادة ، فالمادة والطاقة وجهان لعملة واحدة ! فتبارك الله الخالق .



وما يهمنا في هذا الموضوع هو طيف الراديو أو طيف الاتصالات الذي نستخدمه في خدمات الاتصالات اللاسلكية المختلفة ، ويوضح الشكل على صفحة الغلاف الخارجي من الداخل تقسيماً فرعياً لهذا الطيف إلى نطاقات متميزة حسب التردد أو طول الموجة أو خدمات الاتصال اللاسلكي الذي يستخدم هذه النطاقات .

وتعد البيئة الكهرومغناطيسية الناتجة عن الموجات الراديوية فقط بيئة بالغة التعقيد ، وتحتوي على عدد كبير جداً من أجهزة البث اللاسلكي المقصود وغير المقصود . ولابد لكل خدمة اتصالات لاسلكية جديدة أو حتى أي جهاز جديد يمكن أن يشع موجات كهرومغناطيسية أن يحصل على موافقة الجهات المختصة بحماية الطيف وإدارته . ومن مسئوليات المختصين عن حماية الطيف وإدارته أن يضمنوا أن الخدمة أو الجهاز الجديد لن يؤثر سلباً على التوافق الكهرومغناطيسي في البيئة المزدحمة بالاشعاعات ، ويعني التوافق المغناطيسي أن الأنظمة المشعة ينبغي ألا تؤدي إلى تداخلات ضارة مع الأنظمة العاملة الأخرى .

ونظراً للازدحام الهائل في البيئة الكهرومغناطيسية اليوم ، فان تحقيق هذا الهدف هو أمر في غاية الصعوبة ، خصوصاً وأنه يحتاج إلى معلومات كثيرة حول خصائص الاشعاعات الموجودة حالياً وخصائص الأجهزة وغيرها . كما انه يتطلب اجراء تحاليل هندسية معقدة تحتاج إلى كفاءات بشرية عالية التأهيل والتدريب وإلى الاستعانة بالحاسب الآلي لحفظ قواعد المعلومات ولاجراء الحسابات .

الطيف كمورد طبعي

تمتد الترددات المناسبة للاتصالات اللاسلكية من حوالي ١٠ كيلو هيرتز (١٠٠٠٠ ذبذبة في الثانية) إلى حوالي ١٠٠٠ جيجاهيرتز (مليون مليون هيرتز) . ولكن بسبب صعوبات فنية وتشغيلية مختلفة فان معظم الاتصالات اللاسلكية العاملة في الوقت الحاضر لا تتجاوز ٢٠ جيجاهيرتز . أما الجزء الواقع فوق ٢٠ جيجاهيرتز ، فمازال تحت البحث والتجارب العلمية أو يستخدم على نطاق ضيق في بعض التطبيقات الخاصة ، وعلى سبيل المثال فان

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية تدعم بحثاً تجريبياً لقياس تأثير الغبار والعواصف الترابية في المملكة على أداء الموجات المليمترية (عند ٣٧ جيجاهيرتز) .

ونظراً لضيق النطاق الترددي المتوفر للاتصالات ، صار لزاماً أن يستخدم هذا الطيف المحدود بأكثر الطرق كفاءة لضمان توفير الترددات لجميع أنظمة الاتصالات اللاسلكية ، الموجودة والمستقبلية . ويعد الطيف الترددي مورداً طبعياً محدوداً مثله مثل الموارد الأخرى كالمياه والنفط والمعادن والغابات وغيرها ، ورغم أنه يشترك مع الموارد الطبعية التقليدية في كونه مورداً محدوداً ضرورياً لمتطلبات التطور الحديث ، إلا أنه ينفرد عن بقية الموارد المعروفة بعدة خصائص منها :

١ ــ انه مورد غير مرئي ، كما انه يبقى أكثر الموارد غموضاً ، بل ان الكثيرين لا يدركون وجوده أساساً . وحتى لدى المختصين ومهندسي الاتصالات والباحثين فان الطيف لا يولي أهمية كبيرة ، ولا يشعر بمدى ضرورته وأهميته سوى بعض العاملين في مجال الاتصالات اللاسلكية أو المسئولين عن إدارة الذبذبات في الجهات الحكومية ذات العلاقة .

٢ ــ رغم كونه مورداً محدوداً ، إلا أنه يتميز عن الموارد الأخرى بكونه غير مهدد بالنضوب بأي حال من الأحوال ، فهو موجود دائماً وبنفس الكمية في جميع الأوقات ، ولكنه مورد مهدر إذا لم يستخدم على الأطلاق ، أو استخدم بدون حاجة وبطريقة غير مناسبة أو غير كفؤة ، كما أن المبالغة في استخدامه أو استخدامه من قبل عدة أنظمة بدون تنسيق أو تنظيم يسبب التداخل والتشويش مما قد يؤدي إلى فشل هذه الأنظمة في أداء مهامها المطلوبة .

٣ ــ مورد الطيف معرض للتلوث الكهرومغناطيسي سواء بفعل الضوضاء الطبعية أو الصناعية أو بفعل التشويش المقصود أو غير المقصود ، وهذا مما يجعل من الضروري أن يتم التحكم بالطيف ومراقبة جميع مصادر الاشعاع الكهرومغناطيسي سواء منها تلك التي تستخدم في الاتصالات (المرسلات وخطوط النقل وأجهزة الاستقبال) أو غيرها (المحركات ، محطات القوى ، خطوط الضغط العالي ، المصابيح . . . الخ) .

٤ ــ لعل أهم فرق بين الطيف الترددي وبين الموارد الطبعية الأخرى يكمن في كون الطيف مورداً طبعياً دولياً تملكه و تحتاج إليه جميع دول العالم ، بعكس الموارد الأخرى التي قد تتوفر في بلد دون آخر ، وقد تنتج في بلد وتصدر إلى آخر . ورغم أن الطيف مورد طبعي وطني ودولي في الوقت نفسه ، إلا أنه لا يمكن لدولة واحدة ان تستعمله بصورة مستقلة عن الدول الأخرى ودون تنسيق مسبق وتخطيط دقيق بين الدول . فالموجات الكهرومغناطيسية لا تعترف بالحدود الدولية ، ولا تحتاج لجواز سفر للعبور بين الدول بل لا تتوقف على الاطلاق عند حواجز الجوازات أوالجمارك . وأي محطة ارسال في بلد معين قد تسبب تداخلاً في بلد مجاور ، كما أن توابع الاتصالات (الأقمار الصناعية) لا تستطيع أن تعمل دون تنسيق مسبق ودقيق .

ادارة الطيف

بالإضافة إلى ضمان التوافق في البيئة الكهرومغناطيسية ، فان إدارة الطيف يجب ان تسعى إلى زيادة كفاءة استغلال الطيف والسماح باضافة خدمات جديدة في المستقبل . ويمكن تلخيص أهداف إدارة الطيف كما يلي :

١ ــ ضمان الاستغلال الأمثل لمورد الطيف

٢ ــ تحقيق استخدام مكثف للترددات عن طريق تطبيق التقنيات الجديدة في الاتصالات وأساليب الإدارة المرنة والكفؤة .

٣ ــ اتاحة المجال لزيادة عدد المستخدمين للطيف والتنسيق بينهم .

٤ ــ تحديد المصالح الوطنية المتعلقة بالطيف ، والدفاع عن هذه المصالح في المحافل الدولية المختصة (مثل الاتحاد الدولي للاتصالات) .

٥ ــ التنسيق بين الاستخدام المحلي للطيف وبين الأنظمة والقوانين الدولية المتعلقة بالراديو .

ولتحقيق هذه الأهداف ، فان الإدارة المتقدمة للطيف تستلزم القيام بعدة واجبات ، أهمها :

(أ) تطوير واعتماد أنظمة مفصلة لاستخدام الطيف بما فيها طرق التعيين والترخيص ، والمواصفات الفنية والتشغيلية للأنظمة والأجهزة .

(ب) تكوين قواعد معلومات ضخمة تشمل الترددات العاملة والبيانات الفنية والإدارية الخاصة بالمحطات والأجهزة المرخصة وقواعد بيانات عن طبيعة الأرض وظروف انتشار الموجات ، وتحديث هذه القواعد بصفة مستمرة .



برج ميكروويف

(جـ) استعمال أساليب تحليل هندسية دقيقة لحساب التداخلات المحتملة ورصد انتشار الموجات باستخدام قواعد المعلومات المذكورة سابقاً .

وللحفاظ على الاستخدام المنظم للطيف ، فان إدارة الطيف تستخدم ثلاث طرق أساس هي :

التوزيع : هو تقسيم الطيف إلى نطاقات تخصص لخدمة معينة أو أكثر .

التخصيص : هو تخصيص النطاقات الموزعة أساساً لخدمات معينة وحصرها في خدمات في بلدان أو مناطق معينة .

التعيين : هو اعطاء الترخيص الفعلي لمحطة معينة لكي تبث على تردد معين ضمن شروط محددة .

وعادة ما يتم التوزيع والتخصيص ضمن اطار دولي . أما التعيين فهو أجراء داخلي تقوم به الهيئة الوطنية المسئولة عن إدارة الطيف في كل دولة . ولكن طبقاً للقانون الدولي فان الترخيص لمحطات محلية يجب ألا يسبب تداخلاً للاتصالات اللاسلكية في الدول الأخرى ، ولهذا فكثيراً ما تلجأ الدول لتسجيل محطاتها لدى المجلس الدولي لتسجيل الترددات لضمان الحصول على الحماية الدولية لهذه المحطات .

التعاون الدولي وطيف الاتصالات

كما ذكرنا فان الطيف ليس ملكاً لدولة بعينها ، بل هو مورد مشاع للانسانية كلها ، وتشترك في ملكيته وحق الاستفادة منه جميع الدول ، ولا تستطيع دولة استخدام الطيف بصفة مستقلة عن الدول الأخرى وبالذات عن الدول المجاورة ، فقد تسبب أنظمة الاتصالات بها (أو تتعرض إلى) تداخلات مع أنظمة الاتصالات في الدول المجاورة ، وفي المحصلة النهائية فان هذه التداخلات الضارة ستترجم نفسها على شكل ضياع في مورد الطيف الترددي تخسر بسببه جميع الدول ، بل قد تؤدي هذه التداخلات إلى فوضى شاملة في أنظمة الاتصالات اللاسلكية على المستوى العالمي ، وبالتالي إلى ضياع كامل لمورد الطيف الذي حبا الله به الانسان . ان التعاون والتنسيق الدولي في مجال استغلال طيف الترددات ضروري للغاية وذلك لسببين مهمين (على الأقل) : السبب الأول هو الاتصالات الدولية بين الدول وملاحة السفن والطائرات ، أما السبب الثاني فهو امكان حدوث التداخل بين أنظمة اتصالات داخلية مستقلة في أكثر من دولة بسبب عبور الموجات اللاسلكية الحدود إلى الدول الأخرى.

وقد أدرك العالم ضرورة التعاون والتنسيق في هذا المجال منذ الأيام الأولى لظهور الاتصالات اللاسلكية (فالحاجة أم الاختراع) ، وبناء على هذا فقد تأسس الاتحاد الدولي للاتصالات في عام ١٩٣٢م ، بعد دمج منظمتين كانتا قائمتين في ذلك الوقت وهما الاتحاد الدولي للبرق (١٨٦٥ ـ ١٩٣٢م) ، واتحاد البرق اللاسلكي (١٩٠٣ ـ ١٩٣٢م) ، ويزيد عدد الدول أعضاء الاتحاد عن أعضاء المنظمات الدولية الأخرى بما فيها الأمم المتحدة ، فقد لا تشترك بعض الدول في الأمم المتحدة لأي سبب كان ، ولكن جميع الدول تدرك ضرورة الاتصالات الدولية ، والحاجة إلى التنسيق والتعاون في مجال الطيف ، وعدم التخلي عن حصتها في استغلال هذا المورد الطبيعي المتاح للجميع ، ولهذا تحرص جميع دول العالم على الاشتراك في الاتحاد الدولي للاتصالات . ويعد الاتحاد الدولي للاتصالات أفضل المنظمات الدولية إدارة وأكثرها فعالية وتأثيراً ، ويقوم الاتحاد بتبني واصدار مواصفات وقوانين دولية بخصوص الأمور الفنية والإدارية المرتبطة باستخدام الطيف والاتصالات اللاسلكية وينشرها على هيئة مايسمى بـ « أنظمة الراديو » التي تحوي « الجدول الدولي لتوزيع الترددات » . ورغم أنه من غير الضروري اتباع « أنظمة الراديو » و « الجدول الدولي لتوزيع الترددات » في أنظمة الاتصالات اللاسلكية داخل حدود الدول ، إلا ان كلاً من الأنظمة والجدول تعدان قوانين دولية ملزمة في حالة التداخلات أو الخلافات بين الدول .

والهيئة الدولية الاستشارية للراديو ، التي تأسست عام ١٩٢٧م ، تقوم بدور الاستشاري الفني للاتحاد في القضايا التي تمس الاتصالات اللاسلكية بشكل عام ، والاستخدام الأمثل لطيف الترددات بشكل خاص ، وتشمل مسئوليات الهيئة دراسة الأمور الفنية والتشغيلية المتعلقة بالاتصالات اللاسلكية ، وتقديم المعونة الفنية والعلمية للدول الأعضاء في حل المشاكل المعقدة المرتبطة باستخدامات الراديو وإدارة الطيف .

أما المجلس الدولي لتسجيل الترددات فهو قسم الاتحاد المسئول عن تسجيل جميع المحطات التي تستخدم الطيف الترددي في الدول الأعضاء لضمان الاعتراف الدولي باستخدام المحطات لهذه الترددات . ولضمان الحماية القانونية والفعلية للمحطات العاملة ، فعلى الدول التي تنشيء هذه المحطات أن تزود المجلس بمعلومات فنية عن هذه المحطات وتردداتها لتسجيلها في السجل الدولي ، والحصول على ترخيص من المجلس باستخدامها ، وضمان عدم تعارضها مع استخدامات موجودة أو مخططة لدول أخرى ، كما أن المجلس يقوم بتقديم المشورة للدول الأعضاء فيما يتعلق بالجوانب التنظيمية والقانونية لإدارة الطيف .

إدارة الطيف في المملكة

نظراً لاتساع رقعة المملكة وتمركز السكان والنشاطات الاقتصادية في أماكن محددة ونظراً لمركزها المهم في العالمين العربي والإسلامي والمجتمع الدولي ككل ، فان الاتصالات اللاسلكية ذات أهمية خاصة للمملكة . ويتطلب هذا التركيز على الاستخدام الأمثل لمورد الطيف المحدود لتلبية الاحتياجات المتزايدة والمتعاظمة الأهمية للاتصالات اللاسلكية في المملكة . هذا وقد أعاد مجلس الوزراء في قرار له بتاريخ ١٤٠٥/٢/٥هـ التأكيد على أهمية الطيف للمملكة وضرورة إدارته بأكثر الطرق كفاءة ، والتنسيق بين الجهات الحكومية المختلفة المستخدمة للطيف وبين إدارة الذبذبات بوزارة البرق والبريد والهاتف،كما أكد المجلس على ضرورة تبني طرق حديثة في إدارة الطيف الترددي في المملكة .

كما أن المملكة تدرك أهمية التعاون والتنسيق الدولي والإقليمي في مجال الاتصالات عموماً ، وفي مجال مراقبة استخدام الطيف وتحسين وسائل استغلاله على وجه الخصوص ، وذلك عن طريق الاشتراك الفعال في كافة نشاطات ومؤتمرات الاتحاد الدولي للاتصالات والهيئات الدولية والإقليمية الأخرى . فالمملكة تحتل المرتبة الخامسة بين دول العالم (بعد الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي وبريطانيا وفرنسا) في الدعم المالي لميزانية الاتحاد . كما أن المملكة عضو مؤسس في كل من الاتحاد العربي للاتصالات ، والمنظمة العربية للاتصالات الفضائية (عربسات) ، وكذلك هي عضو نشط في منظمة توابع الاتصالات الدولية (انتلسات) .

ونظراً لتشعب وتعقيد علم إدارة الطيف ، فمن الضروري السعي لتحديث وسائل إدارة الطيف في المملكة واعطائه أولية قصوى ضمن خطط تطوير قطاع الاتصالات المدنية والعسكرية . كما أن طبيعة الطيف كمورد دولي تتنافس عليه جميع الدول ، تجعل من إدارة الطيف موضوعاً حيوياً حساساً يرتبط بأمن المملكة ومصالحها الاستراتيجية البعيدة المدى ، فمؤتمرات الاتحاد الدولي للاتصالات تشهد صراعاً محتدماً بين الدول النامية والدول المتقدمة في مجال الاتصالات اللاسلكية واستغلال الطيف الترددي بوجه خاص ، ولقد كان هناك دائماً تعارض بين مصالح الدول المتقدمة ومصالح الدول النامية في مختلف المجالات بما فيها مجال الاتصالات ، وان كان هناك عدم تكافؤ دائم في ميزان هذه الصراعات بين أطماع الدول المتقدمة والمصالح المشروعة للدول النامية لصالح الأولى ، فان عدم التكافؤ هذا يظهر جلياً واضحاً في الصراع على الطيف كمورد عالمي مشترك ، وذلك نظراً لكون الأمور

المتعلقة بإدارة الطيف هي أمور فنية بالغة التعقيد في المقام الأول . ونتيجة لهذا وبسبب السبق العلمي والتقني والتراكم المعرفي الذي تتمتع به الدول المتقدمة فانها كثيراً ما تسيطر تماماً على المناقشات التي تجري في المحافل الدولية لإدارة الطيف ، وفي أحيان كثيرة ، كانت بعض الدول النامية عاجزة عن تحديد مصالحها الحقيقية واتخاذ المواقف الوطنية التي تتيح الحصول على حقوقها المشروعة . بل قد تضطر بعض الدول إلى الاستعانة بخبرات خصومها من الدول المتقدمة نفسها في مسائل تخص استغلال الطيف داخلياً ودولياً .

على أن الأمر بدأ يشهد تغيراً ايجابياً ملموساً ، فقد انتبهت كثير من الدول النامية إلى خطورة استمرار مثل هذا الوضع ، وازداد الوعي بضرورة تنسيق مواقف الدول النامية للحصول على حقوقها المشروعة في مجال الطيف وغيره ، وتقوم المملكة بدور ريادي في تنسيق مواقف الدول العربية بوجه خاص والدول النامية بشكل عام بهذا الخصوص . بل ان كثيراً من الدول تعتمد على حضور المملكة القوي في مؤتمرات الاتحاد الدولي للاتصالات للدفاع عن مصالح هذه الدول وحقوقها المشروعة وخصوصاً في قضايا إدارة الطيف وتوزيع الترددات ، ومقاومة مساعي بعض الدول المتقدمة لاحتكار الاتصالات الدولية والهيمنة على وسائل الاعلام التي تصل إلى الدول النامية . على انه لابد من تعزيز هذه المكانة للمملكة ، وتنمية القدرات العلمية والإدارية للدفاع عن قضاياها العادلة خصوصاً في المواضيع الفنية مثل مواضيع الراديو وإدارة الطيف التي تتطلب معرفة فنية دقيقة وحقائق علمية تبنى عليها المواقف الوطنية . ولابد من تضافر جميع الجهود والاستفادة من كل الخبرات والكفاءات العلمية الوطنية لتحديد المصالح الحقيقية للمملكة والدفاع عنها بطريقة علمية تصمد أمام التحدي العلمي التي تمارسه الدول المتقدمة حالياً .

المراجع :

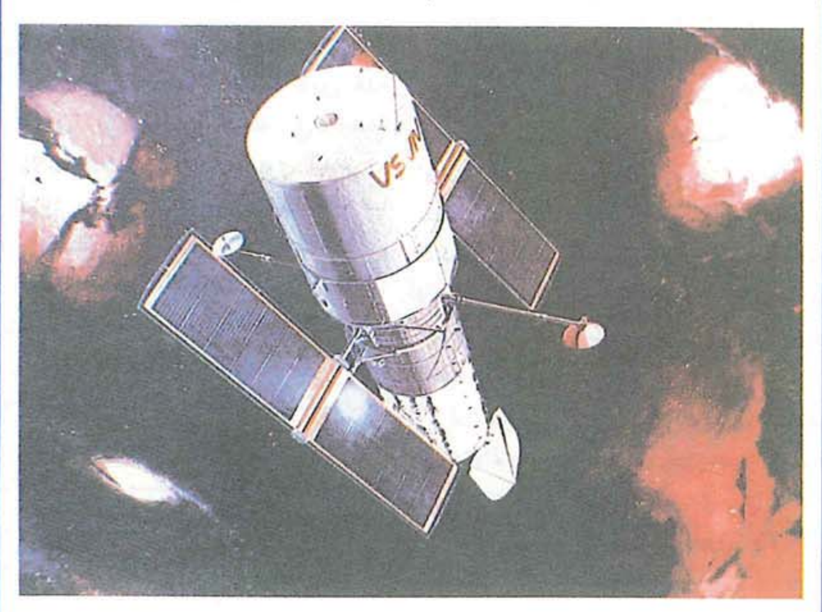
(١) إبراهيم عبدالرحمن القاضي : نظام آلي لتوزيع الترددات وإدارة الطيف — رسالة دكتوراه — جامعة ستانفورد — كاليفورنيا — الولايات المتحدة الأمريكية — ١٩٨٤م .

(٢) منشورات الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU) ، والهيئة الدولية الاستشارية للراديو (CCIR) ، والمجلس الدولي لتسجيل الترددات (IFRB) .

اتصالات التوابع الأرضية (الأقمار الصناعية) الحديثة

د. مصطفى سيد عفيفي

كلية الهندسة — جامعة الملك سعود



تعد التوابع الأرضية من أرقى ما توصل إليه الانسان من الوسائل والاختراعات التقنية ، وهي من أهم منتجات علوم الفضاء الحديثة التي تؤدي علمياً إلى تفهم أعمق للتقنيات المختلفة ، مما يعطي فرصاً أكبر لتقدمها . وعلى سبيل المثال في هذا الصدد نذكر التطبيقات الواسعة الانتشار للاتصالات العالمية والاستشعار عن بعد والتي تمثل أحد العناصر الرئيسة لتقدم المجتمعات الحديثة .

يدور التابع حول الأرض بسرعة تعتمد على ارتفاعه عن سطحها ، بحيث تتساوى قوة الجاذبية مع قوة الطرد المركزية الناتجة عن دوران التابع حول مركز الأرض . وينتج عن هذه المعادلة البسيطة تحديد السرعة اللازمة للتابع والتي تمكنه من التواجد في مدار على ارتفاع معين . ويمكن حساب هذه السرعة من المعادلة التالية :

$$\text{السرعة (كم/ساعة)} = \frac{\text{٢٢٧٢٠٧٠}}{\sqrt{\text{المسافة بين التابع ومركز الأرض (كم)}}}$$

ويشترط ان يكون التابع خارج الغلاف الجوي حتى لا يعوقه الاحتكاك بجزيئات الهواء . ويمتد هذا الغلاف الجوي إلى ارتفاعات تصل إلى مائة كيلومتر ، وبذلك فان ارتفاعات التوابع الأرضية تبتدئ عرفاً من حوالي ٢٠٠ كيلومتر (رغم وجود الطبقات المتأينة حتى ارتفاعات تصل إلى ألف كيلومتر) . ويحدد ارتفاع التابع المهمة التي يطلق من أجلها ، كما سوف يبين لاحقاً . ويتأثر تصميم معدات التابع بارتفاعه عن سطح الأرض . ويبين الشكل رقم (١) ارتباط مدى الرؤية «د»

وزاويته «و» بارتفاع التابع عن سطح الكرة الأرضية . فكلما ازداد ارتفاع التابع كلما اتسع مدى الرؤية له على سطح الأرض ، وكذلك فان سرعته تقل في مداره (حيث تتحكم في ذلك المعادلة السابقة الذكر) وبذلك يزيد زمن الدورة الكاملة لدورانه حول الأرض مما يزيد من زمن استخدام المحطات الأرضية لخدماته . كذلك فانه كلما ازداد ارتفاع التابع كلما ازدادت المسافة بينه وبين المحطات الأرضية ، وبالتالي تقل شدة اشاراته . ويعوض بعض هذا النقص قلة زاوية الرؤية من القمر للأرض ، والتي تفرض زيادة تركيز الطاقة المرسلة من الهوائي في زاوية أصغر ، وهذا هو مايسمى بكسب الهوائي .

يتضح مما سبق ان التوابع المرتفعة تؤدي خدمات اتصالات أفضل شريطة ان تتوافر الامكانات التالية :

١ ـ مقدرة صاروخية لوضع التابع في المدار المطلوب .

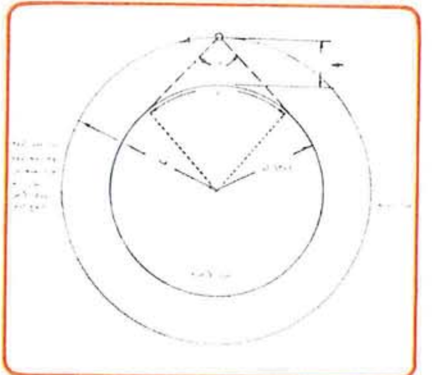
٢ ـ تحكم متقن حتى يستمر التابع في مدار محدد (حيث ان قوى الجذب من الاجرام السماوية الأخرى تؤثر على مساره) ، ويلزم لذلك تصحيح هذا المدار من وقت لآخر . ومن الجدير ذكره هنا ان كمية الوقود التي يحملها التابع تحدد فترة بقائه في المدار وهو ما يسمى بعمر التابع . وكلما حمل التابع كمية وقود أكبر كلما ازدادت المقدرة الصاروخية اللازمة لاطلاقه .

٣ ـ تصميم هوائيات الاتصالات التي تتيح الرؤية الأرضية المطلوبة بالكسب المطلوب .

٤ ـ تصميم معدات الاتصالات وأجهزة الحساب والتحكم اللازمة للارسال والاستقبال .

وبالنسبة للتوابع التي تدور على ارتفاعات منخفضة ، والتي تؤدي خدمات المراقبة الأرضية والتصوير واستكشاف ثروات الأرض ، فانها تحتاج بالإضافة إلى الامكانات السابقة إلى مقدرة فائقة من المحطات الأرضية لتتمكن من متابعة هذه التوابع في حركتها السريعة . والمعروف ان مدة رؤية هذه التوابع المنخفضة قد لا تزيد عن بضع عشرة دقيقة في كل دورة .

تتعرض الأجزاء التالية من هذا المقال للعوامل المختلفة التي يجب أن تتوافر حتى تتكامل فوائد الشبكات الحديثة للاتصالات والاستكشافات الفضائية . وقد فرض تنوعها وكثرة احتياجاتها على الدول المختلفة المشاركة الجماعية في البرامج الفضائية . كذلك فان هذه المتطلبات قد فرضت على الدول الأوربية ان تعمل مجتمعة في هيئة موحدة . وان احتياجات الدول العربية والإسلامية بتقاربها تتطلب عملاً جماعياً مماثلاً .



شكل (١) متغيرات مدار التابع الأرضي

خدمات اتصالات التوابع

من أمثلة الخدمات التي تلبيها اتصالات التوابع المختلفة مايلي :

١ ـ ربط بنوك المعلومات بمختلف أنواعها (العلمية والتجارية والاحصائيات الاجتماعية والاقتصادية) .

٢ ـ احصاءات أحوال الطقس والتغيرات الجوية .

٣ ـ ربط حركات النقل والسفر المختلفة .

٤ ـ شبكات الرسائل الشخصية والتجارية بالصور والصوت .

٥ ـ شبكات الخدمات التعليمية وتبادل ونقل المعلومات بين المكتبات ودور النشر والمعاهد والحاسبات المتطورة .

٦ ـ شبكات الخدمات الاذاعية والتلفزيونية والاعلامية .

٧ ـ الخدمات الطبية للعلاج والاستشارة والحالات الاضطرارية ، خاصة في المناطق النائية .

٨ ـ المهام والاتصالات العسكرية .

٩ ـ التصوير الجوي بالموجات الضوئية والموجات متناهية القصر .

ويكمن سر نجاح اتصالات التوابع في مقدرتها على الوصول لكل مكان ، على الماء أو اليابسة وهو ما لا تتيحه الشبكات الهاتفية والتي تحددها تمديدات اسلاكها . كما ان الاتصالات اللاسلكية تعوقها الكروية الأرضية ومحدودية ارتفاع صواري هوائيات الارسال والاستقبال .

مدارات الأقمار المستخدمة وأمثلة من واقع ادائها

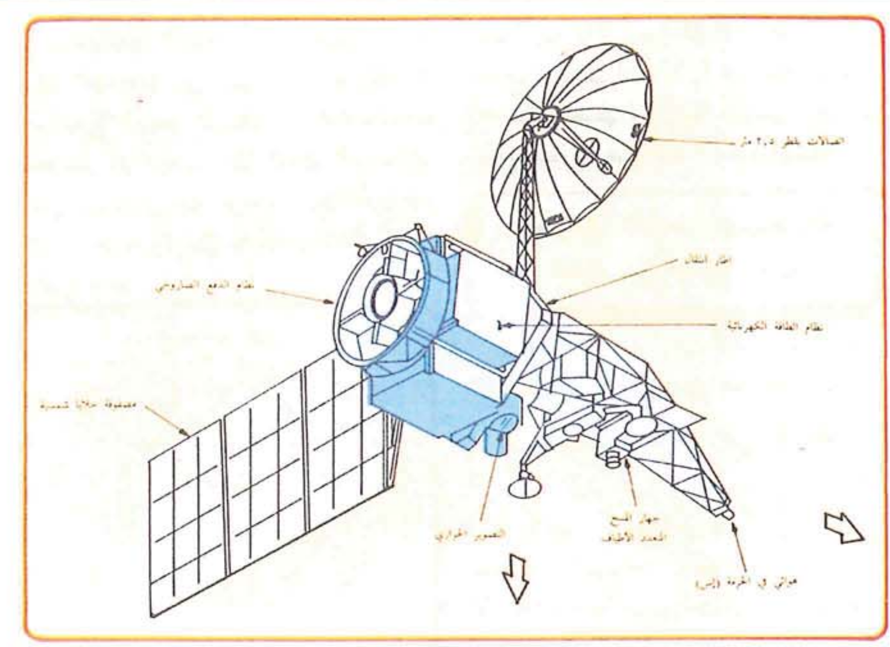
تشغل الأقمار مدارات مختلفة حول الكرة الأرضية ، ومن أهم هذه المدارات مايلي :

١ ـ مدارات قريبة من الأرض :

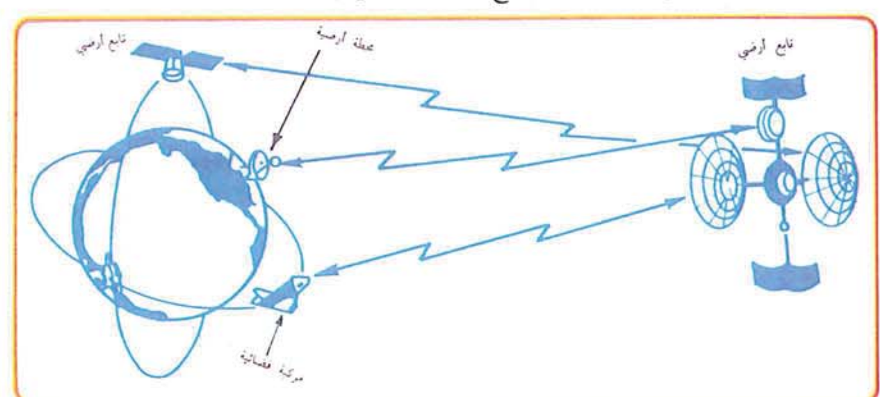
على ارتفاعات مابين ٢٠٠ كم و ١٠٠٠ كم . وتستخدم هذه التوابع (ومن ضمنها المكوكات الفضائية) للمهام الاستطلاعية والتصوير الجوي . وتدور حول الأرض مرة كل مايقرب من ساعة ونصف حسب ارتفاعها عن سطح الأرض كما ذكر سابقاً . وكانت هذه المدارات تستخدم في بداية عهد التوابع الأرضية للاتصالات لمدد قصيرة ، عن طريق محطات متابعة أرضية . ومن الأمثلة الهامة للتوابع الأرضية المنخفضة أقمار الاستشعار عن بعد كالتوابع الأمريكية المكتشفة للأرض (LANDSAT) والأقمار الفرنسية الجديدة (SPOT) . ومن أهم الأجهزة التي تحملها هذه التوابع أجهزة المسح المتعدد الأطياف ، والتصوير الحراري باستخدام الموجات تحت الحمراء . كما يقوم القمر الفرنسي (سبوت) بتجميع لقطات لأماكن معينة من زوايا مختلفة . وبذلك يمكن عمل صور مجسمة لهذه الأماكن (استريوسكوب) . وتؤدي هذه التوابع دوراً هاماً في اكتشاف ثروات الأرض وعمل الاحصاءات الزراعية إلى جانب خدماتها الهامة للمساحة الجوية ورسم الخرائط . وتقوم المساحة العسكرية ووزارة البترول والثروة المعدنية إلى جانب مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية بأعمال كثيرة من هذا القبيل .

ويوضح شكل (٢) تفاصيل مكونات هذه التوابع وما تحمله من معدات التصوير كما يرى في هذا الشكل أيضاً برج الهوائي المتحرك على قمر لاندسات والذي يتابع الاتصال بقمر المتابعة ونقل المعلومات وهو قمر اتصالات في مدار ثابت .

ويوضح الشكل رقم (٣) وصفاً دقيقاً لهذه الأقمار ، في وضع اتصالها بقمر المتابعة ونقل



شكل (٢) مكونات تابع الاستشعار عن بعد « لاندسات »

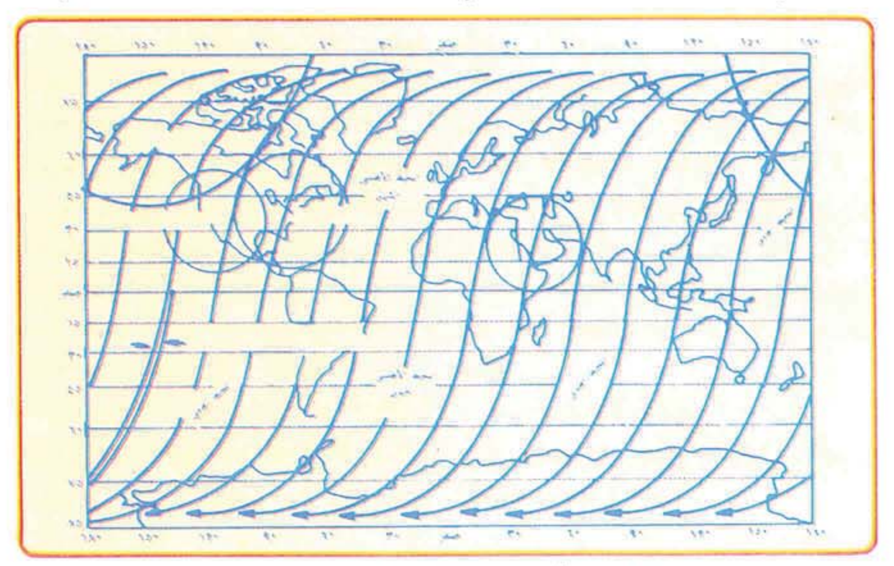


شكل (٣) تبادل المعلومات بين التوابع والمحطات الأرضية والمركبات الفضائية

المعلومات . وتمر مداراتها على قطبي الكرة الأرضية وترسم نقطة مسقطها الرأسي على الأرض المسارات الموضحة في شكل (٤) . كما يظهر في نفس الشكل نطاق رؤية هذا القمر حول محطة الاستشعار عن بعد التابعة لمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية ، من مدار يرتفع حوالي ٩٠٠ كم عن سطح الأرض . وإلى جانب توابع المراقبة الأرضية هذه نذكر أيضاً أقمار مراقبة البحار وتعمل هذه بموجات اللاسلكي (الراديو) الدقيقة (الميكروويف) . وتدرس حالياً تطبيقاتها للمراقبة الأرضية أيضاً .

٢ ــ مدارات ثابتة حول الكرة الأرضية :

وتقع على ارتفاع ٣٦٠٠٠ كم من سطح الأرض ، وبذلك تدور التوابع في هذا المدار حول الأرض مرة واحدة كل ٢٤ ساعة . ونظراً لأن الأرض تدور حول محورها دورة كاملة في اليوم الواحد ، فان هذه التوابع تظهر وكأنها ثابتة في موقعها النسبي لأي نقطة على الكرة الأرضية . وبهذه الطريقة يمكن دوام استخدامها للاتصالات والبث الاذاعي والتلفزيوني وما إلى ذلك.ويسمى هذا المدار كذلك بالمدار الاستوائي لانه يقع فوق خط الاستواء . ومن الأمثلة القريبة لنا في هذا الصدد نذكر القمر العربي والذي يوضح الشكل رقم (٥) تركيبه العام . ويعمل هذا القمر على نطاق الترددات « سي » (٤,٠ جيجاهيرتز) ونطاق الترددات « اس » (٢,٥ جيجاهيرتز) لأداء خدمات البرامج التلفزيونية والهاتفية والتلكس وترسل معطيات المعلومات والحاسبات باشعاع متحد لجميع الدول العربية . وتبلغ السعة الأساس لهذا النظام ٨٠٠٠ قناة هاتفية وثمان قنوات تلفزيونية ويوضح الشكل (٦) مدى تغطية اشعاعه للعالم العربي . وتشغل الأقمار العربية مكانين على خطي طول ١٩ و ٢٦ من المدار الاستوائي . كما يوجد نظام توابع للاتصالات العالمية (INTELSAT) وهو ما تستخدمه كثير من دول العالم في الاتصالات الدولية وتبادل البرامج والأخبار . ويسعى هذا النظام لتطوير خدماته وتحسين توزيعها باستخدام هوائيات ذات أشعة متعددة قابلة للتشكيل بحيث يمكن تغيير التغطية الأرضية بتحكم أرضي أو آلي بما يناسب العوامل الجوية وظروف التداخل غير المتوقعة . ومن الأنظمة التي يتم التخطيط لها في عالمنا العربي التابع السعودي الذي يقع على خط طول ١٧ درجة في المدار الأستوائي الثابت ، وسوف يعمل هذا القمر في نطاق الترددات «كي يو»



شكل (٤) المسارات الأرضية لتابع الاستشعار عن بعد « لاندسات »

«K U» (١٢ ـ ١٤ جيجاهيرتز) .

٣ ـ مدارات بيضاوية :

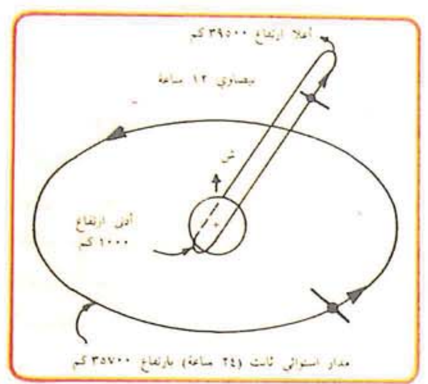
تجمع بين الوجود القريب الذي تحققه توابع المدارات القريبة والوجود البعيد الذي تحققه توابع المدار الثابت . ويستخدم الاتحاد السوفيتي هذا النوع من المدارات لتحقيق زاوية مرتفعة لتتبع المحطة الأرضية للتوابع المتحركة في الفضاء نظراً لوجود معظم مناطقه في أعلا نصف الكرة الشمالي ، مما يجعل زاوية نظر المحطات الأرضية للتابع عدة درجات فقط ، فوق خط الأفق . ويفكر الأوربيون جدياً الآن في استخدام هذه المدارات لتمكنهم من الحصول على زوايا رؤية عالية من المحطات الأرضية الصغيرة التي سوف تنتشر قريباً في المدن الأوربية . ومن فوائد زوايا الرؤية العالية تفادي التداخل من مصادر الاشعاع المختلفة داخل المدن ، وكذلك اتاحة الفرصة بصورة أوضح للتطلع للتوابع الأرضية من بين الأبنية المرتفعة داخل المدن . ويوضح الشكل رقم (٧) المسار البيضاوي بالمقارنة مع المدار الاستوائي الثابت . ومن عيوب المدارات البيضاوية وجوب استخدام أكثر من تابع واحد في كل مدار حتى تتحقق استمرارية رؤية المحطة الأرضية في مكان ما للتوابع . ومن هذه العيوب كذلك الحاجة إلى متابعة المحطة الأرضية للتابع بصفة مستمرة . ويكلف هذا ثمناً باهظاً يفكر الأوربيون في دفعه نظير التخلص من بعض مشاكل التداخل التي تعد أهم العوائق أمام أنظمة الاتصالات في المستقبل .

وهكذا فان التوابع الأرضية تعد أحدث ماتوصلت إليه تقنية الاتصالات الحديثة على الصعيدين الدولي والمحلي . وقد ثبتت فاعليتها واقتصاديات استخدامها حتى للخدمات التي لا تتعدى مسافاتها عشرات الكيلومترات . ويمثل التابعان العربي (الحالي) والسعودي

شكل (٦) تغطية « عربسات » للعالم العربي

(المستقبلي) بادرة تطبيق هذه التقنية والاستفادة منها في العالم العربي . ومن أهم ما يمكن تحقيقه من فوائد من هذه التوابع مايلي :

١ ـ الحل التام لمشاكل الاتصالات المختلفة والبث بأنواعه لمسافات بعيدة أو قريبة .

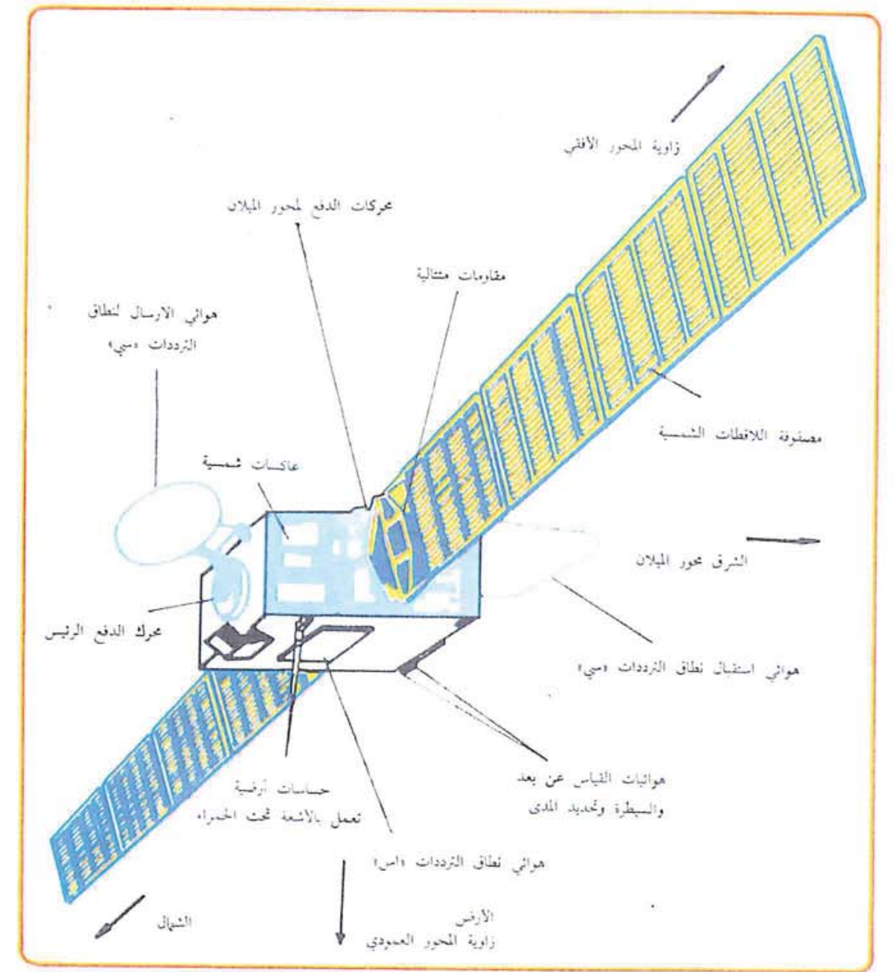


شكل (٧) المدارين البيضاوي والاستوائي الثابت

٢ ـ تعجيل التقدم في معظم فروع العلوم والمعرفة مع المقدرة الفائقة لاكتشاف ثروات الأرض والأجرام السماوية الأخرى بوساطة الاستشعار عن بعد .

٣ ـ الامكانية الكبيرة لانتشار الاتصالات الرقمية بما لها من مزايا كثيرة ستؤدي إلى تنمية الثروات العلمية والمادية دون المساس بالأمن الفكري والتراثي للأمة .

٤ ـ تحتاج تنمية التقنيات الفضائية اللازمة لمجتمعاتنا العربية والإسلامية لمجهودات محلية سريعة ، خاصة فيما يتعلق بتوسعة خدمات التابع العربي (عربسات) وتنفيذ الخدمات المقترحة للقمر السعودي .



شكل (٥) مكونات التابع العربي « عربسات »

الاتصالات البحرية عبر التوابع

م. سعد أحمد دمياطي
و م. اسامة طاهر عرب
إدارة الاتصالات بعيدة المدى
وزارة البرق والبريد والهاتف



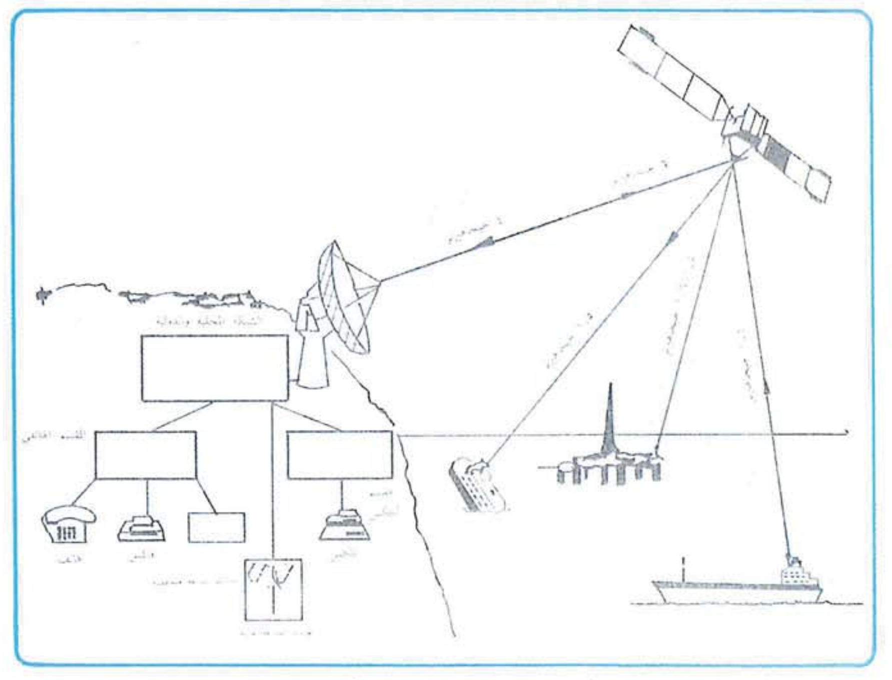
منذ بدأ الانسان في استخدام السفن كواسطة نقل ، وهو في أشد الحاجة إلى اجراء الاتصال مع الساحل للاستغاثة في ساعات الخطر ولتبادل المعلومات مع الموانيء . وقد بدأ تقديم هذه الخدمة في عالم الاتصالات بانشاء محطات ساحلية أرضية مركبة على الشواطيء تعمل بنظام التردد المتوسط والعالي والعالي جداً لخدمة هذه السفن . ومع تطور وسائل الاتصالات واختراع التوابع (الأقمار الصناعية) ، ظهرت الحاجة إلى تقديم خدمات الاتصالات في أعالي البحار عبر الأقمار الصناعية ، وهو النظام المسمى بتوابع الاتصالات البحرية (انمارسات) ، وبدأ العمل بهذا النظام في أوائل الثمانينات من هذا القرن ، وقد أمتاز عن المحطات الساحلية بانه نظام دولي يغطي العالم بأسره ، فضلاً عن تقديمه خدمة أفضل من ناحية الحركة الهاتفية والتلكسية والاتصالات بوجه عام .

ان الغرض من انشاء المنظمة الدولية للاتصالات البحرية (انمارسات) هو تزويد الدول الأعضاء بتابع للاتصالات في الفضاء والتصريح لهم باستخدامه ، وبهذا تسهم في تحسين خدمات الاغاثة والسلامة عبر الاتصالات البحرية ، ورفع كفاءة أداء السفن ، والعمل على تطوير مقدرة الاتصالات البحرية بوجه عام . ولقد انشئت هذه المنظمة بموجب اتفاقية موقعة بين الدول الأعضاء المشاركين في رأسمال المنظمة عام ١٩٧٩م ، وقد وقعت من قبل المملكة عام ١٩٨٣م .

الشكل العام لنظام انمارسات

بني هذا النظام أساساً على استخدام التوابع الصناعية كمراحل للاتصالات بين السفن المجهزة بمعدات الاتصالات الملائمة والمحطات الأرضية الساحلية ، وتوضع توابع الاتصالات البحرية في مدار ثابت يبعد عن سطح الأرض بمسافة ٣٦٠٠٠ كيلومتر ، ويتم التحكم فيها من خلال محطات تحكم موجودة على الأرض ، ولكل تابع منطقة تغطية ثابتة .

ويوجد ثلاثة توابع في الخدمة تعمل بنظام انمارسات ، وتغطي الكرة الأرضية عن طريق ثلاث مناطق هي منطقة المحيط الهندي ومنطقة المحيط الأطلسي ومنطقة المحيط الهادي ، وتحتوي كل منطقة على القطاع الفضائي (التوابع) ، ومحطات الاستقبال على السفن ، والمحطات الأخرى على اليابسة بالإضافة إلى محطة لتنسيق شبكة الاتصال في كل منطقة ، (انظر مكونات النظام في شكل ١) . ان المهمة



شكل (١) مكونات نظام « أنمارسات »

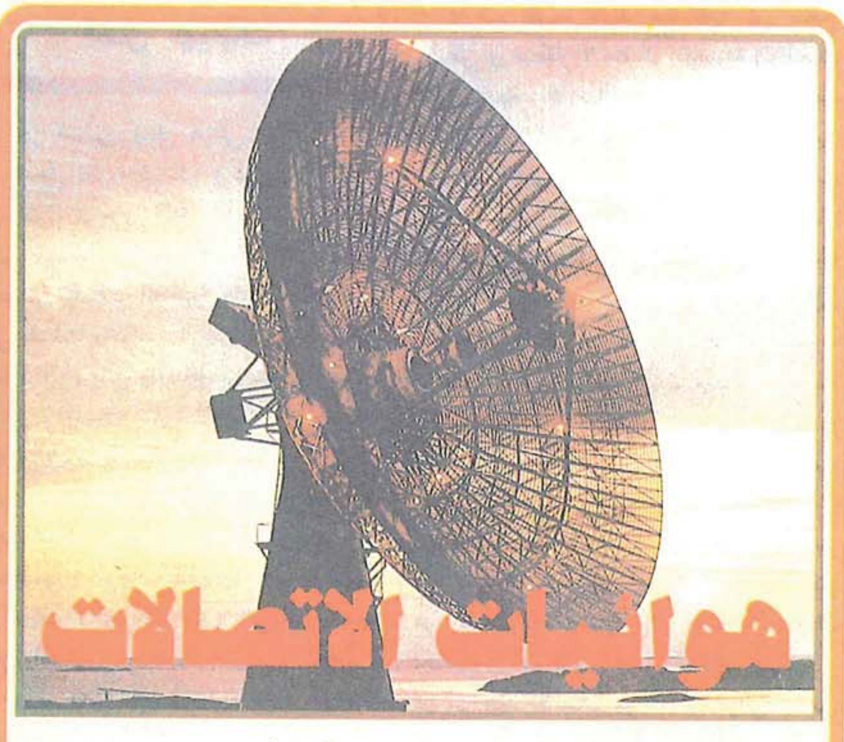
الأساس لتوابع انمارسات هي استقبال الاشارات المرسلة من المحطات الأرضية الساحلية ومحطات السفن ، وذلك لتكبيرها ومن ثم اعادة ارسالها إلى الأرض من جديد .

المحطة الأرضية الساحلية بجدة

محطة جدة هي محطة أرضية ساحلية تتعامل بنظام انمارسات ، وقد تم افتتاحها في شهر ربيع الثاني ١٤٠٧هـ (ديسمبر ١٩٨٦م) ، وتستطيع المحطة خدمة ١٥ ألف سفينة مجهزة بأجهزة الاستقبال المناسبة ، وبامكان المحطة التعامل مع تابع المحيط الهندي،أو الأطلسي لامرار حركة السفن عبرها ، وقد تقرر ان تعمل محطة جدة مع تابع المحيط الهندي وذلك لتتكامل مع محطة أم العيش بدولة الكويت في خدمة منطقة الخليج العربي .

ويمكن اجراء الاتصالات الهاتفية والتلكسية عبر هذه المحطة بطريقة آلية. وتتم هذه الاتصالات من سفينة إلى أخرى في عرض البحر بطريقة آلية عبر المقسم الدولي في المحطة . كما تقوم المحطة باتمام المكالمات الهاتفية والتلكسية بين المشتركين داخل أراضي المملكة وبين السفن المشتركة في البحر . أما إذا كان المشترك خارج المملكة ، فان بوابة عبور المكالمات تعمل وكأنها مقسم ارسال دولي ، وبهذا فان الحركة تمرر آلياً إلى البلد الآخر إذا كانت الرسالة صادرة من داخل المملكة .

وأخيراً فان خدمات الانمارسات لن تقتصر على الخدمات البحرية فقط ، بل تجرى حالياً دراسات فنية تعتمد على آخر تطورات التقنية العالمية لتقديم خدمات الاتصالات للطائرات والسفن الصغيرة العاملة في مجال الصيد للسماح بنقل المعلومات أو المكالمات الصوتية باستخدام أجهزة دقيقة ورخيصة الثمن . وهناك حالياً بعض الطائرات المزودة بهوائيات وأجهزة خاصة تؤمن الاتصال فيما بينها وأماكن أخرى في العالم من سفينة أو مدينة . ولكن مثل هذه التجهيزات مكلفة جداً ولا تناسب إلا الطائرات الضخمة . إلا أن التقنية والتطوير كفيلان بتذليل هذه العقبات في المستقبل القريب ان شاء الله .



د. سمير حسين عبدالجواد

قسم الهندسة الكهربائية ـ جامعة الملك فهد للبترول والمعادن

الهوائي بمفهومه العام هو جهاز بث أو استقبال للموجات بشتى أنواعها ، سواء أكانت كهرومغناطيسية أم فوق صوتية أم خلافه . وقد يتطلب من الهوائي بالإضافة إلى البث أو الاستقبال ان يقوم بتركيز الطاقة المستخدمة وتوجيهها بأفضل صورة ممكنة وفي الاتجاه المقصود لها . ولهذا فقد تعددت أشكال وأحجام الهوائيات تبعاً لتغير الاحتياجات والتطبيقات .

يقوم الغلاف الجوي المحيط بالكرة الأرضية ، والطبقة المتأينة العليا من الغلاف الجوي (الايونوسفير) ، وسطح الكرة الأرضية بدور كبير في عملية انتشار الموجات اللاسلكية (الكهرومغناطيسية) . ولتوضيح ذلك بالاستعانة بالشكل رقم (١) سنجد ان هنالك الموجات التي يتراوح ترددها مابين ٣٠ كيلوهيرتز إلى ٣٠٠ كيلوهيرتز تتخذ سطح الكرة الأرضية مساراً لانتشارها ، وتسمى لذلك بالموجات الأرضية . أما الموجات التي يتراوح ترددها مابين ٣٠٠ كيلوهيرتز إلى ٣٠ ميجاهيرتز فتنتشر إلى أعلا ثم تنعكس عند الطبقة المتأينة لتعود إلى الأرض مرة أخرى ولكن في منطقة استقبال بعيدة عن محطة الارسال ، وهي لذا تسمى بالموجات السماوية . أما مازاد تردده عن ٣٠ ميجاهيرتز من الموجات فتنتشر على خطوط بامتداد البصر ، وذلك يعني ان الهوائي المرسل يجب ان يكون على مرء البصر من الهوائي المستقبل ولا يحول بينهما حاجز . كما أن هذه الموجات تخترق الطبقة المتأينة ولا تنعكس عنها ولهذا فهي تستخدم في الاتصالات الفضائية واتصالات التوابع . ستركز هذه المقالة امتداداً لما ذكر على هوائيات الاتصالات ذات الموجات الكهرومغناطيسية ، لما لها من استعمالات عديدة في كل مكان ، وتشكل فائدة كبيرة للأغراض المدنية والعسكرية .

أسس الهوائيات

يرتكز أساس عمل هوائي الارسال (أو البث) على نظرية فيزيائية (كهرومغناطيسية) سهلة تقول ان مرور التيار الكهربائي المتردد في سلك موصل يولد مجالاً كهربائياً ومجالاً مغناطيسياً يختلف اتجاهها وشدتها باختلاف شكل السلك وخواص التيار المار فيه ، ويقوم المجالان الكهربائي والمغناطيسي بتعزيز كل منهما الآخر مؤديين إلى انتشار موجات كهرومغناطيسية منطلقة من الهوائي . كما أن عكس هذه النظرية صحيح كذلك حيث أن وجود السلك الكهربائي في المجال الكهربائي والمغناطيسي (الموجات الكهرومغناطيسية) يولد فيه تيارات (أي اشارات) كهربائية حسب وضع الهوائي وحسب خواص المجالين وشدتهما ، وهذا هو أساس عمل هوائيات الاستقبال .

شكل (١) انتشار الموجات الكهرومغناطيسية

ومن هنا نرى أن الهوائي ماهو إلا جهاز كهربائي لتحويل الاشارات الكهربائية في الاسلاك إلى موجات كهرومغناطيسية في الفراغ المحيط (في حالة الارسال) ، أو التحويل العكسي من موجات كهرومغناطيسية في محيط الهوائي إلى اشارات كهربائية في الأسلاك (في حالة الاستقبال) . وهذا مناظر للمحرك الكهربائي الذي يحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية حركية ، أو المولد الكهربائي الذي يحول الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية .

ولنضرب مثالاً بهوائيات الارسال الاذاعي على الموجات القصيرة (٣ ـ ٣٠ ميجاهيرتز) التي تقوم بتحويل الاشارات الكهربائية القادمة من محطة الارسال إلى اشارات لاسلكية كهرومغناطيسية توجه إلى الأعلا بزاوية معينة لتنتشر في الهواء وترتفع في ذلك الاتجاه حتى تصطدم بالطبقة المتأينة على ارتفاع ١٠٠ إلى ٤٠٠ كم تقريباً فترتد مرة ثانية إلى سطح الأرض في منطقة الاستقبال المقصودة (والبعيدة عن محطة الارسال) ، ويمكن لهوائيات الاستقبال المناسبة في تلك المنطقة تحويل الموجات الكهرومغناطيسية المنعكسة إلى اشارات كهربائية توصل بوساطة سلك إلى جهاز استقبال الاذاعة (الراديو) الذي يقوم بدوره بمعالجة الاشارات الكهربائية وتقويتها ثم يحولها إلى صوت مسموع .

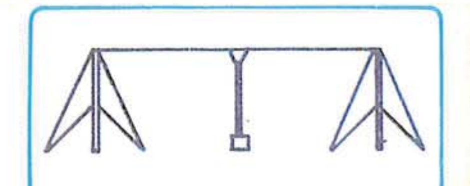
انك ـ عزيزي القارئ ـ وأنت تقرأ هذه الكلمات تستخدم هوائياً خاصاً أنعم الله به عليك ألا وهو العين ، فشبكية العين تقوم بتحويل الضوء (وهو عبارة عن موجات كهرومغناطيسية ذات تردد كبير جداً) المنعكس عن هذه الصفحة إلى اشارات كهربائية تنقل عبر العصب البصري إلى جهاز الاستقبال الخاص في المخ ليتولى تفسير الكلمات وفهمها . كما أن جلد الانسان هو كذلك هوائي خاص بتحويل الموجات الحرارية الساقطة على الجسم والمشعة من الشمس أو الأجسام الأخرى إلى اشارات كهربائية ترسل عبر الجهاز العصبي إلى المخ ، ولا تختلف هوائيات الاتصالات عن هذين الهوائيين الطبعيين الموجودين في أجسام البشر إلا في نطاق الترددات المستخدمة وفي التطبيقات.

أنواع الهوائيات وتطبيقاتها

لهوائيات الاتصالات أنواع عديدة كما ذكر سابقاً ، ويعتمد كل نوع منها على طبيعة الموجات الكهرومغناطيسية المراد بثها وتوجيهها أو المراد استقبالها ، وتقسم هذه الأنواع إلى مجموعات رئيسة ، ويتفرع من كل مجموعة أنواع أخرى من الهوائيات يحمل كل منها نفس الخصائص العامة .

١ ـ الهوائيات السلكية :

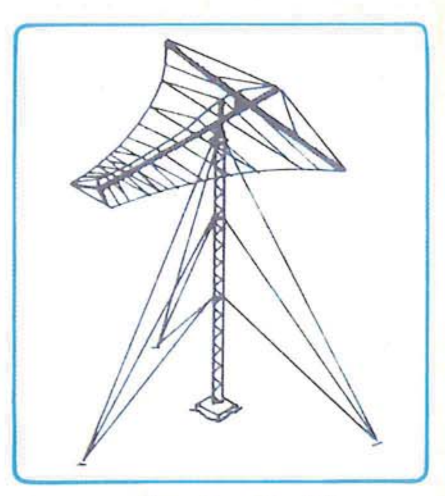
تعد هذه الهوائيات هي الأكثر استخداماً في عصرنا الحاضر وتستخدم في المنازل والمعامل والسفن والطائرات والسيارات وخلافه . ويعطينا الشكل رقم (٢) أسهل أنواع هذه الهوائيات السلكية،ويمثل طوله الكلي ما يعادل طول نصف الموجة المراد استقبالها،وهو منصف بعازل يعزل جزئيه المتساويين وعازلين يعزلان



شكل (٢) هوائي سلكي بسيط

طرفيه المشدودين ، ويغذي الطرفان المعزولان في منتصفه جهاز الاستقبال اذا كان الهوائي مستقبلاً . كما تتم تغذية هذين الطرفين بالتيار الكهربائي(الاشارات الكهربائية) إذا كان الهوائي مرسلاً . واذا تعددت الموجات المراد التقاطها ، يشيد هوائي سلكي لكل موجة .

ويوضح الشكل رقم (٣) هوائياً سلكياً يستخدم عادة للترددات العالية من ٣ إلى ٣٠



شكل (٣) هوائي سلكي

ميجاهيرتز . ويمكن أحياناً مشاهدة هذا الهوائي فوق بعض السفارات أو الشركات .

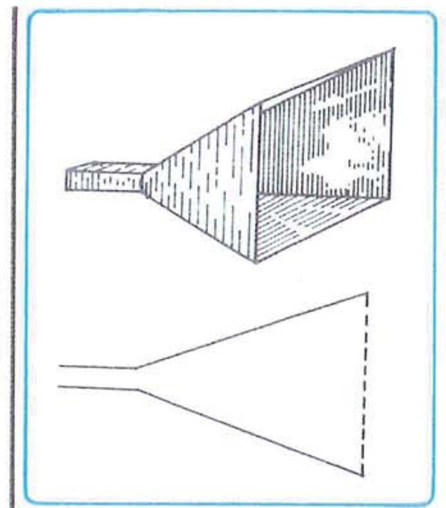
٢ ـ الهوائيات ذات الفتحات :

تستخدم هذه الهوائيات عادة في الطائرات أو تطبيقات الطيران وذلك لسهولة تركيبها على جسم الطائرة . ويبين الشكل (٤) الشكل العام لاحدى هذه الهوائيات ويسمى بهوائي البوق .

وتعمل هذه الهوائيات عادة ضمن النظام الممتد مابين ٥٠٠ ميجاهيرتز إلى ٥ جيجاهيرتز .

٣ ـ الهوائيات العاكسة :

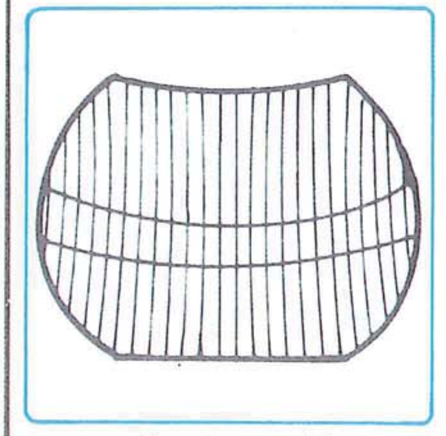
تعد هذه الهوائيات والتي تتكون من صحون (أطباق) مقعرة من أحد أهم أنواع الهوائيات وأكثرها شهرة في عصرنا الحديث حيث تستخدم في الاتصالات الفضائية وبالذات اتصالات الأقمار الصناعية (التوابع) ، وهي تمثل في أيسر



شكل (٤) هوائي البوق

صورها عمل المرآة المقعرة التي تركز الصورة في بؤرتها ، فالتركيز في هذه الهوائيات العاكسة يمثل تركيز الموجات المستقبلة من مسافات بعيدة تبلغ آلاف الكيلومترات . وتستخدم هذه الهوائيات بالطبع أيضاً لعمليات الأرسال حيث تنعكس الموجات الصادرة من البعد البؤري لها عن السطح المقعر إلى الفضاء الخارجي . وتستخدم هذه الهوائيات بكثرة في اتصالات الموجات الدقيقة (الميكروويف) ويمكن مشاهدتها معلقة على أبراج خاصة فوق مباني المقاسم الهاتفية وحول الطرق السريعة في المملكة .

وتمتلك مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية محطة فضائية لاستقبال صور توابع الاستشعار عن بعد تحتوي على مثل هذه الهوائيات . وتستخدم هذه الهوائيات عادة في الترددات الاعلا من ١ جيجاهيرتز ، وكلما زاد التردد كلما صغر قطر الهوائي الطبقي . ويوضح الشكل رقم (٥) بعض هذه الهوائيات العاكسة واستخداماتها .



شكل (٥) هوائي عاكس



د. إبراهيم الغنيم مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

مع التقدم العلمي والتقني الكبير في هذا العصر وخاصة في مجال الاتصالات ، ومع الانتشار السريع لوسائل الاعلام ، فقد أصبح التلفزيون من الضروريات في عالم اليوم . ولا شك أن للتلفزيون استخدامات عديدة في الاعلام والتوعية والترفيه والتعليم والأمن وغيرها .

ولقد ركز العلماء اهتمامهم بتطوير هيكل جهاز الاستقبال التلفزيوني (وهو ما نسميه بالتلفزيون بشكل عام) ودوائره الألكترونية وامكاناته وطرق التحكم فيه ، إلا ان هوائي الاستقبال التلفزيوني ظل على حالته تقريباً ولم يطرأ على طريقة تصميمه وتركيبه تطور جوهري باستثناء التطور الذي طرأ على صناعة المواد المستخدمة في تركيبه فقط . والهوائي هو الجزء الأول من نظام الاستقبال التلفزيوني حيث يقوم بتحويل الموجات اللاسلكية المبثوثة من محطة الارسال إلى اشارات كهربائية سلكية ترسل إلى جهاز التلفزيون لمعالجتها وتكبيرها تمهيداً لعرضها على الشاشة . ولهذا يعد الهوائي جزءاً مهماً في جهاز التليفزيون وان كان منفصلاً عنه في معظم الأوقات . وقد يكون هذا الهوائي مركباً فوق جهاز التلفزيون داخل المنزل أو مركباً على صارية عالية فوق المنزل ، ويسمى هذا النوع الأخير بهوائي ياقي (نسبة إلى باحث ياباني) ، وهو يشبه إلى حد ما الهيكل العظمي للأسماك ، كما هو موضح بالشكل (١) . وسيناقش هذا المقال الهوائي الخارجي فقط (أي هوائي ياقي) لاعطاء القارئ الكريم فكرة يسيرة عن هذا الهوائي وذلك نظراً لكونه أكثر انتشاراً ، وأفضل أداء للاستقبال التلفزيوني من الهوائيات الداخلية ومن كثير من الهوائيات الخارجية الأخرى .

مكونات الهوائي :

يتكون هوائي التلفزيون الخارجي في تركيبه الأساس كما يوضح الشكل (١) من ثلاثة أجزاء مصنوعة من مواد جيدة التوصيل للكهرباء هي :

١ ــ المغذي أو جهاز التلقيم .

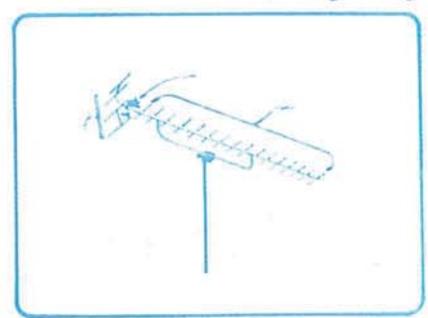
٢ ــ الموجهات .

٣ ــ العاكس .

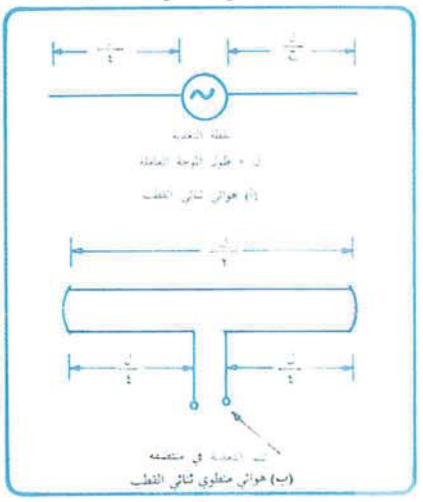
أولا ـ المغذي :

المغذي هو ذلك الجزء من الهوائي الذي يتم من خلاله تحويل الموجات الكهرومغناطيسية في الهواء إلى تيار كهربائي داخل الموصل نتيجة حركة الالكترونات في داخله بفعل المجال الكهربائي للموجات الكهرومغناطيسية ، وقد يكون هذا المغذي هوائياً ثنائي القطب بطول

يبلغ نصف طول الموجة المرسلة ، وتؤخذ الاشارات الكهربائية (التيار) من منتصفه كما هو واضح في الشكل (٢ أ) ، أو يكون هوائياً منطوياً ثنائي القطب ، ويتكون من موصلين متوازيين أحدهما مستمر والأخر منقسم عند منتصفه ، حيث يتم أخذ التيار كما هو واضح من الشكل (٢ ب)



شكل (١) هوائي « ياقي » ومكوناته



شكل (٢) المغذي أو جهاز التلقيم

ثانيا ـ الموجهات :

الموجهات هي أجزاء الهوائي التي توضع أمام المغذي ، أي انها تكون أقرب إلى محطة الارسال من المغذي،وعادة ما تكون هذه الموجهات أقصر من المغذي بحوالي ٤٪ إلى ٦٪ . ومما يجدر ذكره هنا ان هذه الموجهات قد تكون مختلفة في أطوالها وفي أقطارها وان المسافات بينها قد تتراوح مابين ٣٠٪ إلى ٤٠٪ من طول الموجة ، وتؤدي الزيادة في عدد هذه الموجهات إلى تحقيق كسب عال في الاشارة أي في قوة الاشارات الكهربائية الخارجة من الهوائي ، وبالتالي فكلما كان مقدار الكسب أعلا كلما تحسنت قدرة الهوائي على التقاط الاشارات . ولكن هناك حد أقصى لهذا الكسب ، حيث ان مقدار التيار المستحث في الموجهات البعيدة عن المغذي يكون أقل بكثير من مقداره في الموجهات القريبة من المغذي وبالتالي فان زيادة عدد الموجهات عن حد معين (حوالي ٥) قد لا تؤدي إلى تحسين ملحوظ في الكسب .

ثالثا ـ العاكس :

العاكس هو الجزء الموجود خلف المغذي في الجهة المعاكسة للبث كما هو واضح من الشكل (١) وعادة مايكون أطول من المغذي بمقدار ٤٪ إلى ٦٪ ، وسمي بالعاكس لأن وظيفته هي عكس الاشعاع إلى المغذي في اتجاه الموجهات ، وتكون المسافة بين العاكس والمغذي أقصر نوعاً ما من المسافة بين المغذي وبين أقرب الموجهات ، وفي معظم هوائيات التلفزيون يكون هناك عاكس واحد فقط حيث ان الزيادة في عدد العاكسات لا تؤدي إلى تحسين ملحوظ في أداء الهوائي .

طريقة الارسال والاستقبال التلفزيوني :

يتم الارسال التلفزيوني من محطة الارسال وذلك بارسال المعلومات (صورة وصوت) بوساطة الموجات الكهرومغناطيسية ، وعادة ما تبث هذه الموجات باستخدام هوائي غير اتجاهي . ولكي يصل البث إلى جميع المناطق المراد تغطيتها فان موقع هذا الهوائي ينبغي أن يكون في مكان عال « برج التلفزيون مثلاً » وفي منتصف المناطق المراد تغطيتها.كما يستحسن أن يكون ارتفاع الهوائي أعلا من المباني المحيطة به وان يكون على مرء من جميع هوائيات المستقبلين ، حيث ان وجود العوائق بين هوائيات الاستقبال وبين هوائي الارسال يؤثر تأثيراً واضحاً على الاستقبال التلفزيوني .

عندما ترسل هذه الموجات الكهرومغناطيسية من محطة الارسال فان هوائي الاستقبال المنزلي يقوم باستقبالها ومن ثم تحويلها إلى اشارات كهربائية تنقل إلى جهاز التلفزيون عن طريق سلك أو كابل محوري. وعندما تكون نقطة الاستقبال بعيدة عن محطة الارسال فقد تكون الموجات الكهرومغناطيسية المستقبلة ضعيفة في بعض الأحيان ، مما قد يؤدي إلى عدم وضوح الصورة. ويمكن التغلب على هذا في معظم المناطق باستخدام هوائي ذي كسب عال أو باستخدام مكبر بين الهوائي وجهاز التلفزيون .

نطاق الترددات المستخدم :

يعد هوائي ياقي من الهوائيات سهلة الاستعمال والمفيدة جداً في نطاق الترددات العالية (٣-٣٠ ميجاهيرتز) ونطاق الترددات العالية جداً (٣٠-٣٠٠ ميجاهيرتز) . أما في نطاق الترددات فوق العالية (٣٠٠-٣٠٠٠ ميجاهيرتز) فقد تم استخدام الهوائي في جزء من هذا النطاق يمتد من ٣٠٠ إلى ١٢٠٠ ميجاهيرتز تقريباً ، والسبب في ذلك هو أن طول الموجه يصغر كلما زادت قيمة التردد مما يؤدي إلى صعوبة في تصميم الهوائي ، وفي هذه الحالة يكون طول الموجه مقارباً لطول الذراع الحامل لأجزاء الهوائي ، كما وأن أي اختلاف ولو كان يسيراً في طول المغذي أو الموجهات يسبب تغيراً ملحوظاً في الكسب وفي أداء الهوائي .

استقبال البث من المحطات البعيدة :

يظن البعض من الناس وخاصة الذين يقطنون في مدينة الرياض ان باستطاعتهم استقبال الارسال التلفزيوني من بعض الدول المجاورة مثل الأردن وبعض الدول المطلة على الخليج ، وذلك باستخدام أنواع متطورة من الهوائيات تكون مثلاً ذات حجم وطول كبيرين وذات قطع كثيرة . ولكن هذا ليس صحيحاً تماماً ، ولو صح استقبال ارسال تلفزيوني من محطة بعيدة فان هذا ليس ناتجاً عن الهوائي نفسه . حيث أن الهوائي يستقبل الموجات الكهرومغناطيسية الموجودة في محيطه ، وبالتالي فهو لا يستطيع جذب الارسال من المناطق البعيدة عنه ، ولا يزيد دور هذا الهوائي « المتطور » عن دور الهوائي العادي إلا ان قوة كسبه قد تكون أعلا ، ولكن ليس لهذا الكسب العالي دور في استقبال البث غير الموجود في محيطه . اذا تم فعلاً استقبال بعض هذه المحطات فان ذلك قد يكون ناجماً عن زيادة قوة الارسال من المحطات المذكورة الأمر الذي يجعل ذلك الارسال يصل إلى منطقة الرياض . ولكن السبب الأكثر احتمالاً لامكان استقبال بعض المحطات البعيدة هو حدوث تغير في الظروف الجوية التي تؤثر تأثيراً مباشراً على إنتشار الموجات اللاسلكية بحيث قد تقطع هذه الموجات مسافات كبيرة دون ان تتعرض للضعف الكبير الذي عادة ما يصاحب انتشار هذه الموجات . على أن هذه الحالات هي حالات عشوائية نادرة الحدوث ولا يمكن الاعتماد عليها لضمان استقبال دائم جيد من المحطات البعيدة .



الرادار

د. محمد عبدالعزيز حسن
كلية الهندسة
جامعة الملك سعود

شوهدت ظاهرة الرادار لأول مرة في عام ١٩٢٢م، عندما لاحظ مجموعة من مهندسي معمل الأبحاث البحرية بالولايات المتحدة الأمريكية، أن باخرة ـ مارة بين مرسل ومستقبل ـ قد عكست جزءاً من الموجة إلى المرسل مرة أخرى، ومنذ ذلك الوقت وحتى عام ١٩٣٠م، اثبتت التجارب المتتالية القيمة العسكرية لهذه الظاهرة، وفي أواخر عام ١٩٣٠م عندما زاد احتمال الحرب العالمية الثانية، تعاقدت الحكومة البريطانية مع سير روبرت واطسون واط والمعروف باسم «أبو الرادار» لتصميم كاشفات باستخدام نظرية موجات الراديو المنعكسة من أجل اكتشاف سفن العدو وطائراته عن بعد. وقد استنبطت كلمة رادار من التعريف الأساس (باللغة الانجليزية) لعمل هذا الجهاز. فهي تأتي من التعبير «RAdio Detection And Ranging»، ويعني ان الجهاز يستخدم اشارات الراديو ليكتشف الهدف ويحدد مداه (أي مسافته) وكذلك اتجاهه وارتفاعه.

الفكرة الأساس للرادار

يستخدم الرادار ظاهرة «الصدى» (echo) فكلنا نعلم بانه إذا أطلقت طلقة نارية تولدت موجات صوتية تنتشر في جميع الاتجاهات، فاذا حدث هذا في أرض منبسطة واسعة، فقدت الموجات طاقتها مع انتشارها حتى تتلاشى نهائياً، ولكن إذا وجد جبل أو مبنى مرتفع بالقرب من مكان الاطلاق، انعكس جزء من هذه الطاقة وسمع كصدى، ويعتمد الزمن الذي يأخذه الصدى في العودة إلى مكان الاطلاق على مدى بعد موقع الجسم العاكس، وبالطبع كلما كان الجسم أبعد كلما أخذ الصدى وقتاً أطول في العودة، ويذكر هنا ان الخفاش (الوطواط) يستخدم هذه الطريقة لتحديد طريقه وتجنب العوائق في الظلام.

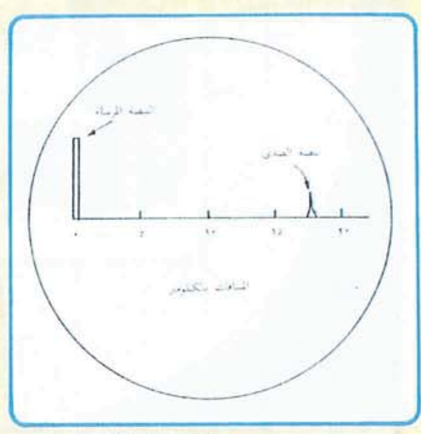
ويقوم الرادار بنفس هذا العمل. فهو يولد نبضة قصيرة جداً من طاقة الراديو، تنتشر باتجاهية عالية جداً ويفقد جزء منها خلال الانتشار، أما الجزء الباقي فيصطدم بالهدف (مثل سفينة أو طائرة أو أي جسم موصل)، وينعكس مرة ثانية إلى نقطة الارسال. وبقياس الزمن المطلوب للموجة للوصول للهدف ثم العودة إلى المرسل مرة ثانية يمكن تحديد المسافة. وفي مثال الموجات الصوتية، يمكننا قياس هذا الزمن بوساطة ساعة توقف. أما في حالة موجات الراديو فهذا مستحيل حيث ان اشارة الراديو تنتشر بسرعة عالية جداً (٣٠٠,٠٠٠ كيلومتر في الثانية الواحدة)، وبالتالي يقاس الزمن بين لحظة الارسال ولحظة الاستقبال بالميكروثانية (أي جزء من المليون من الثانية). لذلك لا نستطيع استخدام الطرق التقليدية في قياس الزمن، بل يتم استخدام أجهزة اليكترونية دقيقة لهذا الغرض، ويتم قياس المسافة مباشرة على شاشة أنبوبة الأشعة المهبطية التي تشبه كثيراً شاشة التلفزيون.

وعلى سبيل المثال، يوضح الشكل المبين شاشة أحد أنظمة الرادار، وهو نظام «النبضات»، وفي هذا الشكل تمثل النبضة الموجودة على اليسار النبضة المرسلة، أما تلك التي على اليمين فهي النبضة المنعكسة من الهدف أو نبضة الصدى، ويمكن تقدير المسافة على الشاشة بمساعدة علامات للقياس بوحدات الكيلومتر، وفي المثال المبين، تقدر المسافة بحوالي ١٧,٥ كيلومتر. كما ان اتجاه الهدف هو الاتجاه الموجه إليه الهوائي في الوقت الذي تؤخذ فيه القراءة.

ترددات أنظمة الرادار

تحتوي كل نبضة ارسال على عدد كبير من الموجات الحاملة، ويعتمد اختيار التردد الحامل على عدة عوامل، أهمها حجم الهدف والاتجاهية والارسال على خط الرؤية. وفيما يلي نعطي فكرة موجزة عن كل منها:

عندما يكون طول موجة الارسال كبيراً بالنسبة لحجم الهدف ، تعكس كمية قليلة من الطاقة ، ولكن في الترددات العالية (أي الموجات القصيرة) فان كمية الطاقة المنعكسة تكون أكبر ، وبالتالي تزداد حساسية الرادار ، وكذلك تزداد أقصى مسافة ممكنة للاستخدام . وعادة ما نحصل على أفضل انعكاس عندما يكون الهدف مصنوعاً من مادة موصلة وأحد أبعاده يزيد عن ربع طول موجة الارسال .



شاشة أحد أنظمة الرادار

كذلك يجب ارسال موجة الرادار من هوائي له اتجاهية عالية (أي انه يركز معظم الطاقة في اتجاه محدد) من أجل الحصول على قياسات دقيقة ، وذلك بان يكون طول أحد أبعاده نصف طول الموجة المرسلة على الأقل . ولا يتأتى هذا إلا برفع تردد الارسال ، وتعطي الاتجاهية العالية دقة في تحديد الهدف وقدرة على التمييز بين هدفين قريبين من بعضهما البعض .

في الترددات العالية جداً (أكبر من ٣٠ ميجاهيرتز) يوجد نوع واحد فقط من الارسال ، هو الارسال على خط الرؤية ، وبذلك تنعكس موجة واحدة فقط هي تلك التي تقابل موجة الارسال . أما في الترددات الأقل من ذلك فتتداخل الموجات الأرضية والسماوية وتعطي قياسات خاطئة عن الهدف .

ويتضح مما سبق ان للارسال على ترددات عالية مميزات كثيرة في أنظمة الرادار ، ويمكن تقسيم الترددات الحاملة التي يعمل عليها الرادار إلى خمسة نطاقات واسعة ، تبدأ من ٢٢٠ ميجاهيرتز وتنتهي بـ ٣٦ جيجاهيرتز (أي من ٢٢٠ مليون ذبذبة في الثانية إلى ٣٦٠٠٠ مليون ذبذبة في الثانية) ، ولكل نطاق منها استخدامات عديدة ، فمثلاً تعمل مرسلات أنظمة رادار البواخر في ثلاث حزم ترددية تتواجد في اثنين من النطاقات ، ورادار الشرطة في حزمة ترددية من النطاق الأول وحزمة ترددية أخرى من النطاق الرابع ، ورادار الطائرات في عدة حزم ترددية من النطاقين الأخيرين . . . وهكذا .

أنواع أنظمة الرادار

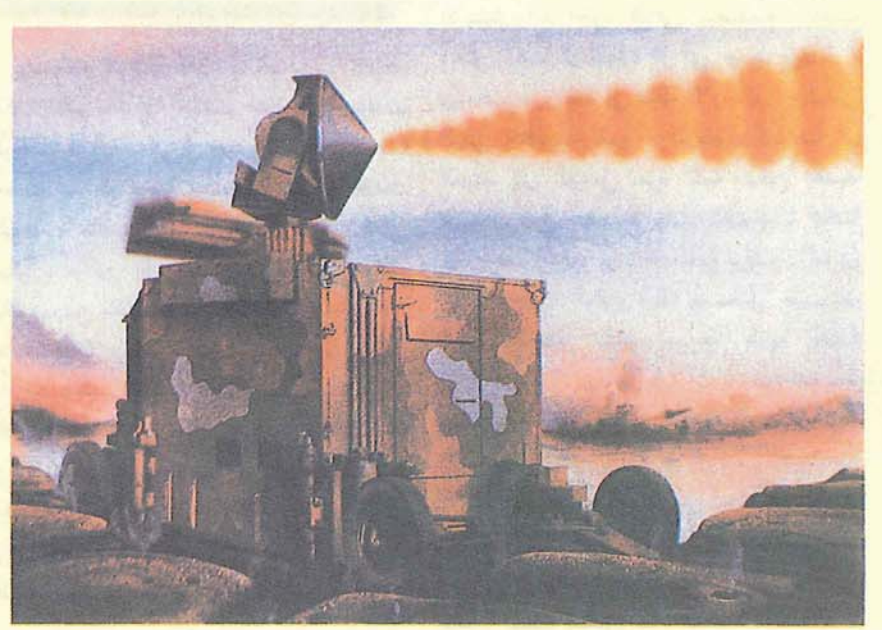
على الرغم من أن جميع أنظمة الرادار تستخدم نفس الأفكار الأساس في تشغيلها إلا أن هناك كثيراً من الاختلافات في دوائرها الالكترونية ونوعية الأجهزة المستخدمة معها . وعلى سبيل المثال يقوم نظام « النبضات » بعمله عندما يكون الغرض هو اكتشاف الهدف وتحديد مكانه ، ولا يستخدم هذا النظام لقياس سرعة المركبات المتحركة ، ولكن يستخدم نظام آخر مختلف تماماً .

وكذلك هناك تباين بين الأنظمة المختلفة لنفس الرادار . وعلى سبيل المثال توجد اختلافات في نطاق تردد الارسال ، وفي أقل وأكبر مدى للكشف ، وفي نوعية الهوائي المستخدم وفي المستقبل . . . وغيرها ، وكذلك هناك اختلافات في عمل نظام الرادار مثل البحوث السطحية والجوية ومراقبة الطقس وقياس السرعات . . . وغيرها .

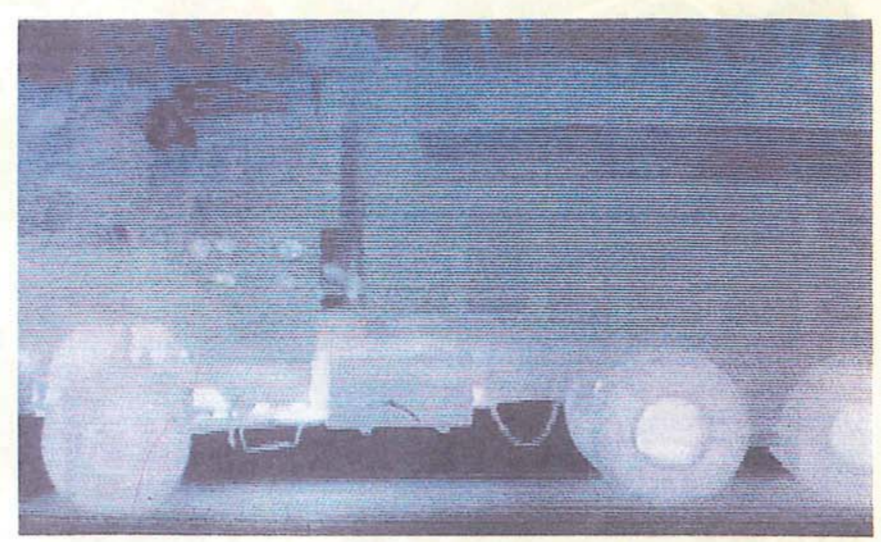
وهناك ثلاثة أنواع رئيسة يشتق اسم كل منها من طبيعة الاشارة المرسلة ، وهي تختلف عن بعضها في نوع التعديل المستخدم لاشارة الارسال ، وهذه الأنواع هي نظام النبضات ونظام التردد المعدل ونظام ازاحة التردد .

ففي نظام النبضات ــ وهو النوع الواسع الانتشار ــ ترسل طاقة الراديو على هيئة مجموعة متتالية من النبضات القصيرة وتستغرق كل نبضة عدداً معيناً من الميكروثانية وتبتعد عن بعضها البعض فترات زمنية طويلة نسبياً ، وخلال هذه الفترات توجه الطاقة إلى الهدف وتنعكس ومن ثم تستقبل بوساطة المستقبل . بمعنى ان الارسال يتوقف لحين رجوع نبضة الصدى إلى المستقبل ، وذلك حتى لا تصطدم نبضة الارسال القوية باشارة الصدى الضعيفة فتحجبها أو تلغيها ، وتحدد المسافة بالزمن المطلوب للصدى من أجل العودة .

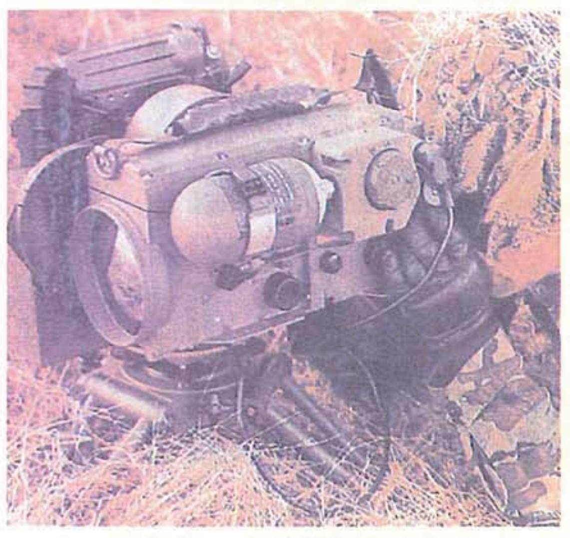
وفي نظام التردد المعدل ، تشع الموجة الحاملة بصفة مستمرة ولكن تعدل الاشارة بتغيير التردد في نطاق محدد على فترات منتظمة ، حيث يزيد التردد من أقل قيمة له إلى أقصى قيمة له بمعدل معروف ثم ينخفض إلى أقل تردد ومن ثم يبدأ دورة جديدة ، وهذا يشبه إلى حد ما نظام النبضات حيث يقابل أقل تردد في النظام المعدل النبضة المرسلة في نظام النبضات ، وتحدد المسافة بمدى التغير الذي حدث في تردد الارسال عند لحظة وصول نبضة الصدى .



أحد أنواع الرادارات المستخدمة في الأغراض العسكرية



الرؤية الليلية لشاحنة بنظام الرؤية الحرارية



منظار الرؤية الليلية

يستخدم نظام ازاحة التردد في قياس السرعة ويسمى بنظام دوبلر ، وهو يعتمد على تأثير دوبلر الناتج عن تحرك جسم ما اما بالابتعاد عن المشاهد واما بالاقتراب منه ، أي ان أي صوت يصدر عن هذا الجسم يتغير في تردده ، فهو يكبر في التردد كلما اقترب منه المشاهد ، وينخفض كلما ابتعد عنه ، وكلما زادت سرعة هذا الجسم كلما تغير التردد بسرعة أكبر . اذن بقياس كمية التغير في التردد تتحدد السرعة .

بعض استخدامات الرادار

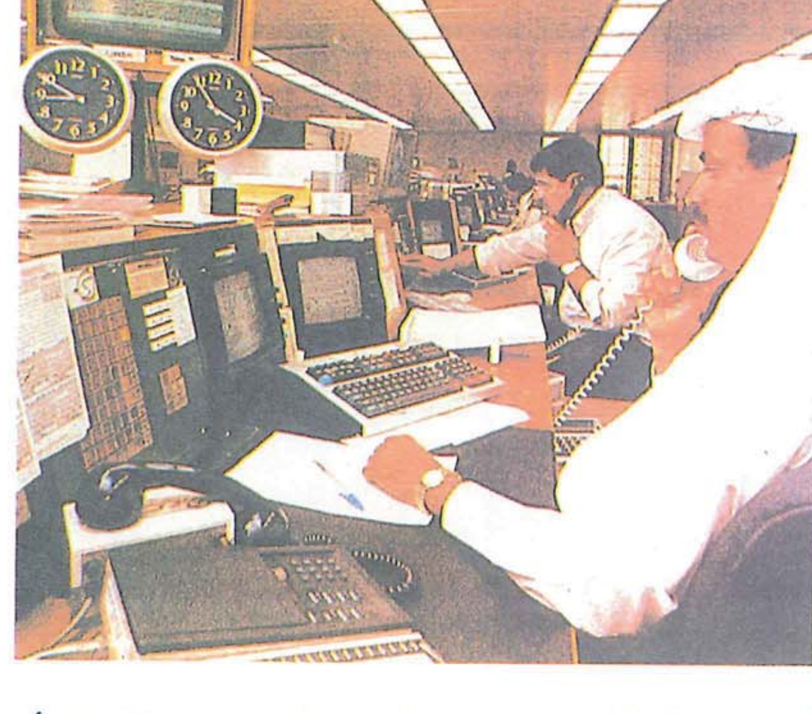
خلال الحرب العالمية الثانية استخدم الرادار عسكرياً فقط للكشف عن طائرات وسفن العدو لتحديد أماكنها بدقة . وبربط الرادار بأجهزة اطلاق النار كالمدافع والصواريخ ، كان الرادار يتحكم في عملية التصويب والاطلاق بدقة لم يسبق لها مثيل . كذلك كانت أنظمة الرادار تستخدم في اعطاء صورة عن المناطق المحيطة بالسفن من أجل سلامة الملاحة ، وأصبح من السهل تصوير السفن الأخرى والسواحل والعوائق والجزر ، التي كان يصعب رؤيتها بالنظر العادي .

وفي السنوات الأخيرة ، انتجت أنواع كثيرة ومختلفة من أجهزة الرادار ، فحيث ان الرادار يستطيع ان يرى في الليل أو في وسط السحب الكثيفة بنفس الوضوح الذي يرى به في الأجواء الصحوة في وضح النهار فقد زودت به الطائرات الخاصة والمراكب الصغيرة بأنواعها حفاظاً عليها وعلى سلامة من بها . كذلك فإن بعض وحدات الرادار قد بنيت خصيصاً لاستخدامها في تحديد أماكن العواصف وتحديد حجمها واتجاه حركتها وسرعتها ، فبعض السحب تحتوي على رطوبة عالية أكثر من غيرها ، وبذلك فهي تعكس نبضات الرادار مرة أخرى إلى محطة الارسال وبالتالي يمكن اكتشافها . كذلك تستخدم شرطة المرور الرادار كطريقة دقيقة لمراقبة السيارات التي تتجاوز السرعة القانونية في الشوارع والطرق السريعة . وقد بدأت بعض الشركات المنتجة للسيارات أخيراً في انتاج سيارات بوحدات رادار خاصة سعياً وراء تقليل حوادث الاصطدام .

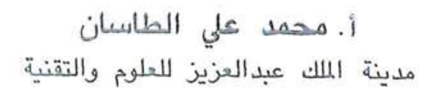
وفيما يلي نبذة عن تكييف فكرة الرادار في استخدامات أخرى : فمثلاً يوجه نظام التحكم والمراقبة الأرضية الطائرات من أجل الهبوط بسلامة على أرض المطار أو حاملات الطائرات حتى ولو كانت الرؤية محدودة . كذلك ترسل اشارات شفرية لاعطاء زوايا ومسافات أكيدة كما هو الحال في الملاحة لمسافات طويلة ، وهناك النظام العسكري الذي يميز بين البواخر والطائرات الصديقة عن غيرها ، والنظام الذي يرسل موجات صوتية عبر الماء للكشف عن المركبات تحت سطح الماء وقياس الأعماق .

كما ان للانسان بصمة أصبح يستدل بها عليه ، فلكل هدف أيضاً بصمة تستخدم للاستدلال عليه بوساطة الرادار . وتسمى هذه البصمة باسم مساحة مقطع الرادار . فالجسم الذي له بصمة كبيرة يسهل اكتشافه والتعرف عليه وهذا مطلوب بالطبع في حالة الطيران المدني وفي مسائل تنظيم الحركة الجوية بالمطارات ، والعكس صحيح في الأغراض العسكرية حيث نجعل بصمة الجسم صغيرة بحيث يصعب التعرف عليها واكتشافها بالرادار . ولكن هناك أنظمة رادارية مضادة تستحدث تبعاً للطريقة التي يقوم الجسم المراد اكتشافه بالتخفي بها . وسيظل السباق مستمراً بين طريقة اخفاء الهدف وطريقة التعرف عليه واكتشافه . فهناك مثلاً رادار جديد يعمل على بعض السفن من أجل تغطية نصف كروية كاملة وهو مكون من أربعة هوائيات مثبتة ، كل منها مؤلفة من أكثر من ٤٤٠٠ وحدة اشعاع وتعطي ــ بخلاف الهوائي الطبقي الدوار ــ مئات من الأشعة القابلة للتوجيه الألكتروني في كل ثانية ، وبذلك تسمح بمتابعة أكثر من ٢٥٠ هدفاً على السطح أو في الهواء . وفي نفس الوقت تقوم بعض شركات الطيران الحديثة بانتاج طائرات خفية ذات أشكال غير مألوفة ومصنوعة من مواد خاصة وذلك حتى يصعب اكتشافها من قبل أنظمة رادار العدو وإذا ما اكتشفت يصعب تتبعها .

وسيظل . . . هذا السباق مستمراً . . . وعلى سبيل المثال فقد أكدت وزارة الدفاع الأمريكية في شهر نوفمبر ١٩٨٨م الوجود الفعلي لطائرة عسكرية متطورة « مخفية عن الرادار » أو بمعنى آخر ذات مساحة مقطعية رادارية صغيرة جداً ، بعد سنوات طويلة من الأخبار الغامضة والتقارير الصحفية غير المؤكدة عن الشك في وجود مثل هذه الطائرة وهي ما تعرف باسم طائرة التسلل الخفي .



اتصالات الحاسبات



أ. محمد علي الطاسان
مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

ان التزاوج الحاصل بين التطور في الحاسبات الآلية والتطور في الاتصالات يعد من المعالم الرئيسة لهذا القرن ، والذي سيكون له الأثر الكبير على نمط الحياة في المستقبل . وتتميز الاتصالات والحاسبات بالسرعة الهائلة في تطورهما من ناحية ، ودخولهما في العديد من المجالات التي لم تكن متاحة من قبل من ناحية أخرى . كما لم يعد الخط الفاصل بين مجال الحاسبات ومجال الاتصالات واضحاً كما كان في السابق ، لذلك نرى أن العديد من الشركات العاملة في مجال الحاسبات أصبحت تتولى تصنيع أجهزة الاتصالات ، وكذلك الشركات العاملة في مجال الاتصالات أصبحت تتولى تصنيع أجهزة الحاسبات الآلية .

في نهاية النصف الأخير من هذا القرن ظهرت الحاسبات الآلية كطريقة ميسرة لمعالجة المعلومات ، وفي الستينات والسبعينات الميلادية حدث تطور كبير في البرامج وفي الدوائر الألكترونية للحاسبات ، وأصبح بالإمكان التخاطب مباشرة مع الحاسب ومعرفة المعلومات المطلوبة آنياً . كما تنوعت أحجام الحاسبات ، وظهرت الحاسبات المتوسطة التي يمكن ربطها بالحاسبات الكبيرة ، وكذلك زاد انتشار الحاسبات في العديد من البنوك والشركات والمصانع والأجهزة الحكومية والجامعات .

ومنذ نهاية السبعينات وحتى وقتنا الحاضر ظهرت الحاسبات الشخصية التي أصبحت في متناول العديد من الأفراد ، فدخلت المنازل والمدارس بالإضافة إلى الجهات المذكورة سابقا . ومع هذا التطور دخل الحاسب الآلي في العديد من المجالات ،وأصبحت هناك عشرات الآلاف من الحاسبات التي تحتوي على كم هائل من المعلومات . وكان نقل هذه المعلومات من حاسب إلى آخر سواء في نفس الدولة أم من دولة إلى أخرى يتم بوساطة الأشرطة الممغنطة أو البطاقات المثقبة التي يتم نقلها بالوسائل التقليدية من طائرات أو سيارات أو بواخر أو قطارات ، حسب أهمية وسرعة المعلومات المخزونة . وأخيراً تطورت الاتصالات بين الحاسبات بأن تم استخدام وسائل الاتصالات كطريقة لنقل المعلومات المخزونة من حاسب إلى آخر ، سواء أكانت وسائل الاتصالات هذه هي شبكات هاتفية مصممة أساساً لنقل المحادثات الصوتية ، أم كانت شبكات بيانات خاصة باتصالات الحاسبات . كما أن نظام الحاسب الآلي ينقسم إلى قسمين رئيسين هما : الأجهزة والبرامج . فان نظام الاتصال بين الحاسبات يمكن تقسيمه إلى هذين القسمين أيضاً .

الأجهـزة

من حيث الأجهزة فان نظام الاتصال بين الحاسبات يتكون من أجهزة الارسال ، وأجهزة الاستقبال ، ووسائل النقل .

١ ــ أجهزة الارسال :

يمكن أن يكون الجهاز المرسل للمعلومات نهاية طرفية أو حاسباً آلياً شخصياً أو جهاز حاسب آلي متوسط أو كبير ، أي أن يكون لدى المرسل نهاية طرفية ويتصل بحاسب آلي في منطقة بعيدة عنه لادخال واسترجاع المعلومات ، أو ان يكون لديه حاسب آلي شخصي في منزله ويتصل بحاسب آلي كبير أو حاسب آلي شخصي في منزل زميل له أيضاً ، أو أن يكون المرسل حاسباً آلياً كبيراً يرسل المعلومات إلى حاسب آلي آخر ، وهكذا .

٢ ــ أجهزة الاستقبال :

يمكن أن يكون لأجهزة الاستقبال نفس الأجهزة المذكورة في أجهزة الارسال أعلاه . وتشمل النهايات الطرفية في هذه الأجهزة أجهزة طباعة لطبع المعلومات المستقبلة من الحاسب المرسل على الورق ، وكذلك أجهزة الرسم وغيرها .

٣ ــ طريقة نقل المعلومات :

تستخدم وسائل نقل الاتصالات الهاتفية لنقل المعلومات الكابلات النحاسية أو الألياف البصرية أو أجهزة ميكروويف أو أجهزة اتصالات عبر الأقمار الصناعية أو غيرها . كما ان هناك شبكات خاصة مصممة لاتصالات الحاسبات فقط .

ونظراً لأن المعلومات المخزونة في الحاسب هي عبارة عن اشارات رقمية بينما الاتصالات

الهاتفية المتوفرة حالياً هي قنوات تمثيلية ، فلابد من تحويل هذه الاشارات الرقمية قبل دخولها شبكة الهاتف إلى اشارات تمثيلية لتبدو مشابهة لاشارات الصوت ، وذلك عن طريق تحويلها إلى اشارات تمثيلية بوساطة جهاز مخصص لهذا الغرض يسمى المودم ويتم ربط أجهزة المودم هذه في الجهاز المرسل للمعلومات والجهاز المستقبل .

وتقاس سرعة نقل المعلومات بين الحاسبات بعدد الوحدات الرقمية الثنائية (بت) المنقولة في الثانية ، وتبلغ السعة القصوى لخطوط الهاتف مايقارب ٩٦٠٠ بت/ الثانية ، أي حوالي ١٢٠٠ كلمة في الثانية الواحدة (بحسبان كلمة الحاسب تساوي ٨ وحدات ثنائية) .

البرامج

وهي برامج مكتوبة على الحاسب لاعطائه التعليمات الخاصة بكيفية ارسال المعلومات وطريقة توزيعها على الحاسبات المرسلة ، وقد اصطلح على تسمية هذه الطرق والتعليمات بالبروتوكولات الخاصة بالاتصالات والتي تبين كيفية مخاطبة الحاسب الآلي لحاسب آلي آخر مصنوع من قبل شركة أخرى على سبيل المثال .

شبكات الحاسبات الآلية

يتم ربط الحاسبات الآلية ضمن شبكة اتصالات خاصة مصممة لتبادل المعلومات ، وهذه الشبكات أما ان تكون شبكة محلية أي أنها تربط الحاسبات الآلية الخاصة بجهاز واحد ضمن مبنى واحد وأما مبان متقاربة مثل المدن الجامعية.وفي هذه الحالة تربط الشبكة عدداً من الكليات والإدارة العامة وغيرها ضمن شبكة محلية لنقل المعلومات . والنوع الآخر من الشبكات وهي الشبكات الواسعة التي تربط عدة حاسبات في مدينة واحدة أو في دول مختلفة .

أهداف شبكات الحاسبات

تختلف شبكات الحاسبات الآلية بحسب الغرض منها . فهناك شبكات تربط بين جهات متجانسة في طبيعة عملها مثل الشبكات التي تربط بين فروع بنك معين أو وزارة معينة . ومن هذه الشبكات في المملكة الشبكة الخاصة بوزارة الداخلية والتي تربط الجهات المختلفة التابعة للوزارة بالحاسب الآلي في المركز الوطني للمعلومات . كما توجد شبكة خاصة بالجمارك تربط الحاسبات في منافذ المملكة مع الحاسب الآلي بالرياض . ومن أمثلة هذه الشبكات كذلك شبكة الخليج للاتصالات الأكاديمية والتي سيتم ذكرها لاحقاً .

ونتيجة لزيادة الطلب على تبادل المعلومات بين الحاسبات الآلية ، فقد بدأ العمل على انشاء شبكات عامة لغرض نقل البيانات بحيث تستفيد من هذه الشبكة العديد من الحاسبات التي تعمل في جهات مختلفة ، ويتولى هذا النوع من الشبكات استقبال المعلومات المرسلة من حاسب آلي وتجزئتها إلى أجزاء متساوية ووضع عنوان للحاسب الآلي المرسلة إليه ، ثم ارسالها عبر الشبكة . فاذا كنا نرغب مثلاً في ارسال رسالة من صفحة واحدة من الحاسب (أ) إلى الحاسب (ب) ، فان الشبكة تقوم بتقطيع هذه الرسالة إلى أجزاء متساوية وارسالها عبر خطوط هذه الشبكة ، وقد لا تسلك جميع اجزاء الرسالة نفس الطريق ، وذلك حسب ظروف الحركة في الشبكة وقت ارسال كل جزء ، ولكنها في النهاية تصل للحاسب (ب) بعد فترة من الزمن كما تم ارسالها من الحاسب (أ) .

ومن أمثلة هذه الشبكات شبكة تيلنت في الولايات المتحدة الأمريكية ، وشبكة جانيت في بريطانيا ، وتكلفة الاتصال عن طريق هذه الشبكات أقل من تكلفة الاتصال الهاتفي العادي ، وقد مكنت هذه الشبكات العديد من الأشخاص الذين لديهم حاسبات شخصية على سبيل المثال من الاتصال ببنوك المعلومات التي تختزن معلومات في شتى صنوف المعرفة الانسانية من طب وهندسة وعلوم وتاريخ وسياسة . . . الخ .

وقد انتهت وزارة البرق والبريد والهاتف بالمملكة من انجاز شبكة معلومات عامة في المملكة ، ويجري حالياً أجراء تجارب عليها قبل السماح للمستفيدين باستخدامها ، وسوف تسهل هذه الشبكة عملية الاتصال بين الحاسبات داخل المملكة وخارجها .

شبكة الخليج للاتصالات الأكاديمية

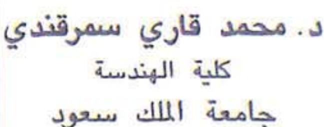
انشأت مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية شبكة الخليج للاتصالات الأكاديمية عام ١٤٠٥هـ ، وتعد هذه الشبكة الأولى من نوعها في العالم العربي ، وهي تقوم بربط الحاسبات الآلية في الجامعات ومراكز البحوث في المملكة والكويت ، ويبلغ عدد الجهات المشاركة فيها احدى عشرة جهة ، ويقوم الحاسب الآلي المركزي في مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية بدور المركز الرئيس للشبكة . والهدف الأول من هذه الشبكة هو ربط الباحثين في هذه الجهات مع بعضهم البعض وتمكينهم من تبادل الرسائل الألكترونية أو تبادل البرامج أو البيانات . فيمكن على سبيل المثال أن يقوم باحث في جامعة ما لا يتوفر لدى الحاسب الآلي في جامعته برنامج معين بارسال البيانات عبر الشبكة إلى باحث آخر في جامعة أخرى يتوفر لديه مثل هذا البرنامج لاجراء العمليات المطلوبة عليه ومن ثم ارسال النتائج إلى الباحث صاحب البيانات . كما يمكن من خلال الشبكة قيام مجموعة من المختصين في فرع معين من التخاطب مع بعضهم البعض لمناقشة وظيفة علمية تهمهم من خلال الشبكة ضمن مايسمى « بالمؤتمر عن بعد » دون الحاجة إلى اجتماعهم في مكان واحد ، وهكذا .

وتشبه شبكة الخليج للاتصالات الأكاديمية ، من ناحية البروتوكول المستخدم للاتصال ، شبكة بتنت الأمريكية والتي بدأت في عام ١٩٨١م وأصبحت الآن تضم مايقارب ٣٥٠ جامعة ومركزاً للبحوث ، وشبكة ايرن الأوربية والتي تربط الجامعات ومراكز البحوث في أكثر من ١٧ دولة أوربية . وسوف يتم بإذن الله الربط بين شبكة الخليج وشبكتي بتنت وايرن مما يمكن المستفيدين من شبكة الخليج للاتصالات الأكاديمية مخاطبة نظرائهم في الولايات المتحدة الأمريكية وأوربا . ولاشك أن لهذا الاتصال دوره الهام في نقل وتبادل المعلومات العلمية والتقنية بين الباحثين من داخل المملكة والباحثين من الخارج .

وقد أضافت شبكة الخليج خدمة اضافية الا وهي تمكين جميع المستفيدين من خدمات الشبكة من الاتصال المباشر ببنوك المعلومات الوطنية التي طورتها مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية والمخزونة في الحاسب الآلي لديها . كما يمكنهم ارسال طلباتهم باجراء الاتصال ببنوك المعلومات الخارجية واستلام النتائج من خلال الشبكة .

مفاهيم في الاتصالات





د. محمد قاري سمرقندي
كلية الهندسة
جامعة الملك سعود

اعتمد الانسان قديماً على قرع الطبول واشعال النار كوسيلة للاتصال . ثم استخدم الانسان الحمام الزاجل لنقل الرسائل المكتوبة إلى مسافات بعيدة . وفي منتصف القرن التاسع عشر نشر العالم ماكسويل نظرية انتشار الموجات الكهرومغناطيسية ، والتي تحكم انتشار موجات الاتصالات والبث الاذاعي والتلفزيوني إلى يومنا الحاضر . وسنستعرض في هذا المقال بعض المفاهيم الخاصة بالاتصالات والموجات اللاسلكية دون التعمق في خواصها .

النطاقات الترددية لأجهزة الراديو الاذاعية

تعمل محطات الاذاعة في المملكة العربية السعودية ضمن ثلاثة نطاقات ترددية وهي : نطاق الموجات المتوسطة ويقع بين ٥٢٥ ـ ١٦٠٥ كيلوهيرتز ، ونطاق الموجات القصيرة ويقع بين ٣٠٠٠ ـ ٢٦١٠٠ كيلوهيرتز ، ونطاق موجات التعديل الترددي ويقع بين ٨٧,٥ ـ ١٠٨ ميجاهيرتز . أما البرامج التلفزيونية فيتم بثها على الترددات العالية جداً في المدى بين ٤٠ ـ ٨٠ ميجاهيرتز ، والترددات فوق العالية الواقعة بين ٤٧٠ ـ ٧٩٠ ميجاهيرتز .

التعديل

اذا أردت الحديث مع صديق لك على بعد أمتار منك ، فان هذا الصديق يستطيع سماع صوتك بوضوح . ولكنه عندما يبعد عنك مئات الأمتار فان الموجة الصوتية الصادرة ، التي تسير بسرعة ٣٣٠ متر/ث خلال الغلاف الجوي الفاصل بينكما ، تتعرض للخفوت والوهن لتصل ضعيفة جداً إلى الصديق . ونظراً لصغر الطاقة الصوتية وبطء سرعتها تم التفكير بتحميل الموجة الصوتية على موجة حاملة ذات طاقة وسرعة عالية وذات تردد أعلا بكثير من تردد الموجة الصوتية . وتسمى هذه الموجة الموجة الحاملة وتقوم بحمل الموجة الصوتية وتسير بها بسرعة تقارب سرعة الضوء (٣٠٠ ألف كيلومتر في الثانية) لتصل إلى آلاف الكيلومترات وفي لحظات . وتسمى مثل هذه العملية بالتعديل .

وهناك أنواع كثيرة من التعديل منها على سبيل المثال : تعديل الاتساع (AM) وتعديل التردد (FM) والتعديل النبضي الرقمي . وعند وصول الموجه الحاملة المعدلة إلى الطرف الآخر ، يتم إزالة التعديل وانزال الموجة الصوتية من على « ظهر » الموجة الحاملة . وتسمى هذه العملية ازالة التعديل . ومن هنا يتضح بأن الموجة الصوتية يتم تعديلها عند محطة الارسال كما يتم ازالة التعديل عند محطة الاستقبال . وتعتمد جميع أجهزة الاتصالات وأجهزة الراديو والتلفزيون على هذه الطريقة عند ارسال واستقبال موجات الاتصالات والبرامج الاذاعية والتلفزيونية .

طبقة الجو المتأينة (الايونوسفير)

وهي طبقة من الغلاف الجوي تحتوي على ايونات والكترونات حرة بكميات كافية للتأثير على سير الموجات اللاسلكية وانتشارها . وتعد الأشعة الشمسية المصدر الرئيس لتأين جزيئات الغلاف الجوي . وتتأين هذه الجزيئات بكميات كبيرة تسمح بتكوين طبقات مختلفة على ارتفاعات مختلفة ، وكل منها تحتوي على خواص معينة حيث أن كثافة الألكترونات بهذه الطبقات تختلف بارتفاع هذه الطبقات عن سطح الأرض . وتمتد هذه الطبقات من ارتفاع ٥٠ كم إلى ارتفاعات قد تصل إلى ٥٠٠ كم . ويختلف ارتفاع هذه الطبقات نتيجة لاختلاف أعلا كثافة للألكترونات خلال النهار وفصول السنة . وهناك ثلاث طبقات رئيسة بالامكان

تمييزها بسهولة كالتالي :

ـ **الطبقة دي** (D) :

وهي طبقة على ارتفاع منخفض وتمتد من حوالي ٦٠ كم إلى حوالي ٩٠ كم عن سطح الأرض . وتعد هذه الطبقة مسؤولة عن امتصاص الموجات اللاسلكية المنتشرة على الموجات المتوسطة خلال النهار بينما تختفي الطبقة خلال الليل . وهذا أحد الأسباب الرئيسة لوضوح استقبال المحطات الاذاعية البعيدة على الموجة المتوسطة خلال الليل .

ـ **الطبقة إي** (E) :

وتقع على ارتفاع يتراوح بين ٩٠ كم إلى ١٥٠ كم عن سطح الأرض . وتؤثر هذه الطبقة على انتشار الموجات المتوسطة التي تنعكس عنها مرتدة إلى الأرض مرة أخرى حيث تستقبلها أجهزة الراديو . فنحن نستطيع التقاط البرامج التي تبثها محطات الاذاعة على الموجة المتوسطة نتيجة لانعكاس الموجات المنتشرة من على هذه الطبقة .

ـ **الطبقة إف** (F) :

وتمتد هذه الطبقة خلال فترة الليل من ارتفاع ١٦٠ كم إلى ارتفاع ٥٠٠ كم عن سطح الأرض بينما نجد أن هذه الطبقة تنقسم خلال النهار إلى طبقتين : طبقة إف ١ (F 1) وطبقة إف ٢ (F 2) . وتعد هذه الطبقة مسؤولة عن انعكاس الموجات القصيرة خلال النهار الحاملة للبرامج الاذاعية والمرسلة من قبل محطات الاذاعة بالمملكة العربية السعودية والدول الأخرى . كما تعد هذه الطبقات الأساس لتوفير الاتصالات اللاسلكية بعيدة المدى عبر الأجهزة اللاسلكية المركبة في السيارات المتحركة والتي تعمل على بطاريات السيارة .

انتشار الموجات الاذاعية

تنتشر الموجات الحاملة للبرامج الاذاعية عبر عدة مسارات . فمثلاً ، الشخص الموجود بمدينة الرياض بامكانه استقبال الموجات المنتشرة من محطة الرياض مباشرة عبر الموجات الأرضية ، كما أن بامكان الشخص الموجود في احدى المدن البعيدة داخل أو خارج المملكة استقبال البرامج المنتشرة عبر الموجات السماوية المنعكسة عن طبقات الايونوسفير . ويجب ملاحظة أنه لا يمكن استقبال محطات الاذاعات من خارج المملكة على الموجة المتوسطة خلال النهار نظراً لامتصاص هذه الموجات من قبل الطبقة (دي) . ولهذا نجد أن معظم المحطات الاذاعية تقوم ببث برامجها الاذاعية على ترددات مختلفة من الترددات المتوسطة والترددات العالية في نفس الوقت . ونتيجة لذلك فيمكن خلال النهار التقاط نفس البرنامج الاذاعي على الترددات العالية ذات الموجات القصيرة وذلك لعدم قدرة طبقة (دي) على التأثير عليها . بينما نجد أنه خلال الليل ونظراً لاختفاء الطبقة (دي) ، فانه يصبح بالإمكان التقاط البرامج الاذاعية على الموجات المتوسطة . وينطبق الشيء نفسه على موجات أجهزة الاتصالات اللاسلكية للتخاطب عبر المسافات البعيدة .

انتشار الموجات التلفزيونية وموجات التعديل الترددي الاذاعية

كلما زاد تردد الموجات المنتشرة زاد اختراقها لطبقات الايونوسفير ، وادى ذلك بالتالي إلى انعكاس الموجات من طبقات أعلا . فكما عرفنا سابقاً فان الموجات المتوسطة ذات الترددات ٥٢٥ ـ ١٦٠٠ كيلوهيرتز تنعكس خلال الليل من طبقات الايونوسفير وكلما ازداد تردد الموجات كلما زاد اختراقها . فمثلاً زيادة الترددات فوق ١٦٠٠ كيلوهيرتز يجعل هذه الموجات تخترق الايونوسفير إلى طبقات (إف ١) و (إف ٢) ، وتنعكس منها مرة أخرى إلى الأرض . وعندما تزيد الترددات إلى ٣٠ ميجاهيرتز فان الموجات تخترق طبقات الايونوسفير كاملة ولا تنعكس مطلقاً . ولذا فان الطريقة الوحيدة لاستلام هذه الموجات هو عبر الموجات المباشرة والتي لها مسار مستقيم يسمى بمسار خط البصر أو خط الرؤية . ويتراوح طول هذه المسارات بين ٥ ـ ٥٠ كم ، ويعتمد ذلك على طاقة الارسال وارتفاع هوائيات الارسال والاستقبال .

وحيث يتم بث البرامج التلفزيونية على ترددات تتراوح بين ٤٠ ـ ٨٠٠ ميجاهيرتز ، فان هذا يفسر لنا عدم التقاط برامج التعديل الترددي الاذاعية والبرامج التليفزيونية من الدول الأخرى ، نظراً لبعد مسافة أجهزة الارسال بتلك الدول عن أجهزة الاستقبال بالمملكة . وينطبق الشيء نفسه على أجهزة الاتصالات الأخرى التي تعمل على ترددات أعلا من ٣٠ ميجاهيرتز . ومما تجدر الاشارة إليه ، أن البرامج التلفزيونية في المملكة كالأخبار وغيرها تشاهد في نفس الوقت بجميع مدن المملكة نظراً لأن هذه البرامج يتم ارسالها عبر شبكة الميكروويف والكوابل المحورية المنتشرة بمعظم مدن المملكة ومن ثم يتم بثها للمشاهدين عبر أبراج التلفزيون العاملة بكل مدينة على ترددات التلفزيون .

طبقة الجو السفلى (التروبوسفير)

وهي طبقة الغلاف الجوي المحيطة بالأرض والتي تبدأ من سطح الأرض حتى ارتفاع ١٠ إلى ١٢ كم . وتتعرض الموجات اللاسلكية خلال انتقالها عبر طبقة التروبوسفير إلى انكسارات متتالية بسبب تغير معامل الانكسار في الغلاف الجوي خصوصاً في المناطق ذات الحرارة المرتفعة والرطوبة العالية مثل البحار والخلجان في المناطق المدارية الحارة . فمثلاً نجد تكون مثل هذه الطبقة بالمنطقة الشرقية عند الخليج العربي وتعد هذه الطبقة مسؤولة عن انكسار الموجات ذات الترددات العالية جداً أو فوق العالية . فيمكن استقبال البرامج التلفزيونية من دول الخليج البعيدة من قبل أجهزة التلفزيون بمدن المنطقة الشرقية نظراً لانكسار الموجات المرتدة على طبقة التروبوسفير بزوايا حرجة . ويزيد انكسار الموجات بازدياد كثافة بخار الماء بهذه الطبقة . وهذا يفسر لنا بالتالي امكانية التقاط هذه البرامج بالمنطقة الشرقية بوضوح كلما ازدادت درجة الحرارة أثناء النهار وعدم وضوح البرامج المنكسرة على هذه الطبقة في الشتاء وأثناء الليل نظراً لعدم كثافة بخار الماء وتبعثر الموجات المنكسرة . وينطبق الشيء نفسه في ظاهرة التقاط برامج التلفزيون المصري بمدينة جدة.كما أن ذلك يفسر لنا التقاط بعض دول الخليج برامج تلفزيونية لدول أجنبية ، وذلك نتيجة للبث الصادر من السفن الموجودة بالخليج العربي حيث تقوم احدى السفن باستقبال البرامج التلفزيونية من الأقمار الصناعية عبر محطة أرضية ، ومن ثم يتم تغذية هذه البرامج إلى محطة تلفزيونية على نفس السفينة لبثها إلى باقي قطع الأسطول ، ولذا فان البرامج ستصل إلى بعض دول الخليج مباشرة إذا كانت المسافة قصيرة وعن طريق انكسارها في طبقة التروبوسفير عندما تكون المسافة أكبر .

أمن المعلومات وعلم الشفرة

د. محمد إبراهيم السويل
جامعة الملك فهد للبترول والمعادن

حري أن يسمى هذا العصر بعصر المعلومات ، حيث ان المعلومات أصبحت من السلع المهمة ان لم تكن أهمها في هذا العصر . ولهذا فلابد من إيجاد وسائط لنقل هذه السلعة وتخزينها ومعالجتها وحمايتها . وأمر حماية هذه السلعة هو ما يهمنا في هذا المقال . والمقصود بحماية المعلومات هو الحفاظ على سريتها أثناء انتقالها عبر وسائط الاتصالات المختلفة ، وأثناء تخزينها في ذاكرة الحاسب ، وكذلك حماية المعلومات من التغيير أو التحوير غير المرخص به .

ان من طرق حماية المعلومات التقليدية وسائل حماية منشئات الحاسب ، ووسائل تأمين طرق الاتصالات ، واستخدام كلمات السر وما في حكمها لمنع غير المرخص لهم من الدخول إلى حاسب آلي أو من الدخول إلى شبكات المعلومات . ولكن هذه الوسائل ليست لها الفعالية المرغوبة ، حيث تنقل وسائل الاعلام من وقت إلى آخر أخباراً عن محاولات ناجحة لاختراق الحاسبات الآلية أو شبكة المعلومات المحصنة من قبل أشخاص غير مصرح لهم .

ويمكن تقسيم وسائل أمن المعلومات إلى فئات عامة أهمها :

١ ـ وسائل التحكم في الاطلاع على المعلومات ، وهي الضوابط التي توضع للتحكم في قراءة وتغيير والغاء المعلومات والبرامج المخزونة على الحاسب الآلي .

٢ ـ وسائل التحكم في انتقال المعلومات والبرامج بين مستخدمي الحاسب .

٣ ـ وسائل حماية قواعد المعلومات من أن يستنتج منها معلومات سرية بوساطة اسئلة ذات طبيعة احصائية وبدون الاطلاع على تلك المعلومات .

٤ ـ وسائل شفرية يتم بوساطتها تغيير صيغة المعلومات المرغوب حفظ سريتها إلى صيغة غير مقروءة لا يفهمها إلا المصرح له بذلك ، وتدعى هذه الطرق بطرق تشفير المعلومات ، ان الوسائل الشفرية هي أكثر وسائل حماية المعلومات فعالية . وتنبع فعاليتها من كون تشفير المعلومات لا يفيد من يحصل عليها إذا لم يكن لديه الطريقة لكسر الشفرة ، وهذا أمر لا يتيسر إلا لدى القليل من الدول ، حيث انه يتطلب موارد فنية كبيرة ، ولهذا فسوف يكون التركيز في هذا المقال على حماية المعلومات عن طريق تشفيرها ، ويمكن للقارئ الذي يرغب في المزيد من المعلومات عن الوسائل الأخرى الرجوع إلى عدد من المراجع خصوصاً المرجعين ١ و ٢ .

لقد أدت عملية حماية المعلومات عن طريق تشفيرها إلى بروز علم مستقل سمي بعلم الشفرة تفرع منه فرعان أساسيان هما :

الفرع الأول ـ علم تصميم الشفرة :

وهو ما يختص بدراسة وتصميم طرق أمينة لتغيير المعلومات من صيغتها الأصلية ولنسميها النص الأصلي ، إلى صيغة غير مقروءة ، ولنسميها النص المشفر ، بحيث لا يمكن اعادة النص المشفر إلى صيغته الأصلية بسهولة إلا عن طريق معلومة سرية تسمى المفتاح .

الفرع الثاني ـ علم كسر الشفرة :

وهو ما يختص بدراسة وتصميم طرق لاستعادة النص الأصلي من النص المشفر بدون معرفة المفتاح .

وحيث ان اهتمامنا في هذا المقال هو حول تصميم طرق أمينة لحماية المعلومات فسوف نعد أنفسنا من العاملين في الفرع الأول من علم الشفرة ونشير إلى العاملين في الفرع الثاني بكلمة العدو . وسيكون تركيز المقال على علم الشفرة واستعراض الجانب النظري والعملي له ، ثم عرض موجز لأهم طرق التشفير الحديثة .

حول تاريخ علم الشفرة

ان علم الشفرة علم قديم جداً ، حيث سجل التاريخ ان قيصر الرومان استخدم شفرة يسيرة في مراسلاته العسكرية ، وتعرف الطريقة

التي استخدمها بشفرة قيصر ، وهي التعويض عن حرف من حروف النص الأصلي بالحرف الثالث الذي يليه أبجدياً ، فمثلاً لو كان النص الأصلي « حتى أنت يابروتوس » فان النص المشفر يصبح « ذحت ثيح تث جثبحض » ، ويلاحظ هنا ان حرف الألف يتبع آخر حرف من الأبجدية وهو حرف « ي » ، وان « اللام الف » أسقطت من الأبجدية . وكما كان للعرب والمسلمين إسهام جيد في العلوم والرياضيات ، فان لهم إسهاماً جيداً في علم الشفرة ، وهذه حقيقة يعلمها الكثير من المشتغلين غير العرب في علم الشفرة ، ولا يعلمها إلا القليل من العرب . وقد أشار عالم الشفرة الغربي ديفيد كان ، في موسوعته الشهيرة عن علم الشفرة وتاريخها ، بان أول أسس علمية ورياضية لهذا العلم قد وضعت من قبل المسلمين العرب ، واستشهد بما كتبه القلقشندي في الجزء التاسع من كتابه : « صبح الأعشى » حول ذلك ، (انظر المرجع رقم ٣) . ان كتابة القلقشندي ، حول هذا الموضوع ، لاتزال لها قيمتها العلمية ، حتى وقتنا الحاضر ، لما فيها من مفاهيم أساس في كلا فرعي علم الشفرة ، ولما فيها من تعبيرات لاتزال تستعمل حتى اليوم . ولهذا رأيت أن ألخص للقارئ ماكتبه القلقشندي وبعباراته للاطلاع والفائدة :

ذكر القلقشندي في الباب الثاني من المقالة الرابعة والذي ورد في الفصل الثامن من الجزء التاسع من صبح الأعشى مايلي :

(في اخفاء مافي الكتب من السر)

وهو ماتمس الحاجة إليه عند اعتراض معترض من عدو ونحوه يحول بين المكتوب منه والمكتوب إليه : من ملكين أو غيرهما حيث لم تفد الملطفات لضرر الرصد وزيادة الفحص عن الكتب الواردة من الجانبين ، وهو على نوعين :

النوع الأول ــ (مايتعلق بالكتابة ، وهو على ضربين) :

الضرب الأول (ما يتعلق بالمكتوب به) : وذلك بان يكتب بشيء لا يظهر في الحال ، فاذا وصل إلى المكتوب إليه فعل فيه فعلاً يكون مقرراً بين المتكاتبين من القاء شيء على الكتابة ، أو مسحه بشيء ، أو عرضه على النار ونحو ذلك ، وقد ذكروا لذلك طرقاً عدة (عدد القلقشندي ستاً منها) .

الضرب الثاني (مايتعلق بالخط المكتوب) : بان تكون الكتابة بقلم اصطلح عليه المرسل والمرسل إليه لا يعرفه غيرهما ممن لعله يقف عليه ويسمى التعمية .... وذلك مبني على قاعدتين :

القاعدة الأولى :

كيفية التعمية : أعلم ان التعمية بالنسبة إلى كل واحد من الناس باعتبار ما يجهله من الخطوط ، فيعمى على العربي في اللغة العربية بالخطوط غير العربية ... أو بقلم مصطلح عليه على وفق حروف العربية ....

ثم للناس في التعمية مذهبان ، المذهب الأول ان يكتب بالأقلام القديمة التي ليست بمتداولة بين الناس مما لا يعرفه إلا الأحاد ، اذا وافق ذلك القلم اللغة التي تريد الكتابة بها ، والمذهب الثاني ان يصطلح الانسان مع نفسه على قلم يبتكره وحروف يصورها ...

القاعدة الثانية :

حل المعمى وهو مقصود الباب ونتيجته . ويحتاج المتصدى لذلك مع جودة الحدس وذكاء الفطرة ان يعرف اللغة التي يروم حل مترجمها مما وقع به التعمية فيها ومقدار عدد حروفها ... والناظر في حل مترجمها (أي اللغة) يحتاج إلى أصلين :

الأصل الأول :

معرفة الاس الذي يترتب عليه الحل،والذي تمس إليه الحاجة من ذلك سبعة أمور :

أحدها : ان يعرف مقادير الحروف التي تتركب منها الكلمة .

الثاني : ان يعرف الحروف التي لا يقارب بعضها بعضاً بمعنى انها لا تجتمع في كلمة واحدة .

الثالث : ان يعرف الحروف التي لا تقارن بعض الحروف في الكلمات إلا قليلاً .

الرابع : ان يعرف ما يجوز تقديمه على غيره من الحروف وما يمتنع .

الخامس : ان يعرف ما لا يقع في أول الكلمات من الحروف .

السادس : ان يعرف انه لا يتكرر حرف في أول كلمة إلا من هذه العشرة أحرف وهي : الكاف واللام والميم والنون والتاء المثناة فوق والألف والباء الموحدة والواو والقاف والياء المثناة تحت ويجمعها قولك « كل من تاب وقي » .

السابع : ان يعرف أكثر الحروف دوراناً في اللغة ، ثم الذي يليه من الحروف في الكثرة إلى أقله دوراناً .

واعلم ان كلام العرب أكثر مايقع فيه على مادل عليه استقراء القرآن الكريم الألف ثم اللام ثم الميم ثم الياء المثناة تحت والواو ثم النون ثم الهاء ثم الراء المهملة ثم الفاء ثم القاف ثم الدال المهملة ثم الخاء المعجمة ثم الشين المعجمة ثم الضاد المعجمة ثم الزاي المعجمة ثم الثاء المثلثة ثم الطاء المهملة ثم الغين المعجمة ثم الظاء المعجمة ، وقد جمع بعضهم أحرف الكثرة في قوله (اليمونه) وبعضهم يجمعها في قوله (اليوم هن) وجمع الحروف المتوسطة في قوله (رعفت بكدس فخج) وجمع أحرف الثقلة في (ططع صخذز قش) .

الأصل الثاني :

كيفية التوصل بالحدس إلى حل المترجم .... (وهنا يعطي القلقشندي مثالاً ، ينسبه إلى ابن الدريه ، على نص مشفر يبدأ بتحليل مرات تكرار الحروف فيه ثم يحدس ان أكثر الحروف دوراناً هو الألف وهكذا ، واذا كان الحدس خاطئاً فيعيده بحروف أخرى وهكذا . والواقع أن هذه هي أول مرة تدون فيها طريقة كسر الشفرة بوساطة تحليل تكرار الحروف ولا زالت هذه الطريقة تستعمل حتى نهاية الحرب العالمية الثانية) ...

النوع الثاني :

(الرموز والاشارات التي لا تعلق لها بالخط والكتابة) وهي التي يعبر عنها أهل المعاني والبيان بالاستعارة والكناية « بالنون بعد الكاف » وقد يعبر عنها بالوحي بعد الاشارة ــ وهنا انتهى ملخص ما أورده القلقشندي حول هذا الموضوع .

ويمكن تقسيم تاريخ علم الشفرة إلى فترتين رئيستين هما :

الفترة الأولى :

وهي فترة ماقبل ١٩٧٦م ، والتي تميزت بتركيزها على نظم مايسمى بشفرة المفتاح الواحد ، أي الشفرة التي تستخدم نفس المفتاح للتشفير وحل الشفرة ، وغالباً ماتكون تلك النظم مبنية على مبدأ الاستبدال ، وهو التعويض عن حرف بآخر كالمثال الذي أعطى أعلاه لتشفير جملة « حتى أنت يا بروتوس » أو مبدأ الابدال وهو ابدال مواقع حروف النص

الأصلي ، مثلاً استبدال الحرف الأول بالثالث والثاني بالأول والثالث بالرابع والرابع بالثاني من كل كلمة مكونة من أربعة حروف لتصبح كلمة « كتاب » « اكبت » . كما يمكن جمع اثنتين أو أكثر من هذه الطرق لتصميم نظم للشفرة . وما ذكره القلقشندي أعلاه يصور إلى حد بعيد وبشكل جيد معظم وسائل التشفير المستخدمة في تلك الفترة ، ولهذا لن نتطرق لها هنا ، ويمكن للقارئ المهتم بذلك الرجوع إلى أحد المراجع المبينة في نهاية المقال ، مثل المراجع ٤ و ٥ .

ان معظم نظم الشفرة ذات المفتاح الواحد ، وخصوصاً تلك المبنية على الابدال أو الاستبدال ، تعد ضعيفة حيث يمكن حل شفرتها بدون معرفة المفتاح ، وذلك عن طريق تحليل تكرار الحروف ومعرفة بعض خصائص اللغة ، وهذا هو ما أشار إليه القلقشندي في الأصلين الأول والثاني من القاعدة الثانية من الضرب الثاني من النوع الأول من طرق « اخفاء ما في الكتب من السر » . وقد أشار ديفيد كان إلى أن ما كتبه القلقشندي هنا هو أول سجل علمي رياضي سليم في هذا الموضوع .

الفترة الثانية :

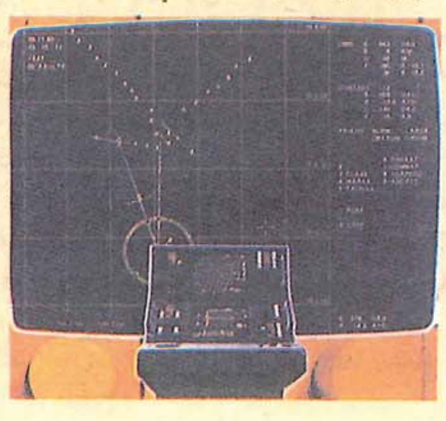
وهي فترة مابعد ١٩٧٦م ، والتي تميزت بظهور مبدأ نظام المفتاحين والنظم المبنية عليه ، وهي نظم تستخدم مفتاحاً للتشفير وآخر لحل الشفرة . وعادة ما يكون نظام الشفرة مشاعاً بين عدد من المتخاطبين ، بينما يحاط مفتاح حل الشفرة بسرية تامة . وهذا المبدأ هو من ابتكار الأساتذة هلمان وديفي وهما عالمان من علماء الرياضيات وعلم الحاسب الآلي . وقد نشطت بحوث تصميم الشفرة وكسرها نشاطاً كبيراً في هذه الفترة ، وارتبطت بشكل كبير مع نظرية الاعداد من الرياضيات البحتة ومع نظرية التعقيد الحسابي من علم الحاسب الآلي ، وظهرت في هذه الفترة العديد من الكتب والدوريات والمؤتمرات المتخصصة في علم الشفرة .

وتبنى معظم نظم المفتاحين على مسائل ذات تعقيد حسابي عال ، أي مسائل يتطلب حلها وقتاً طو · جداً في الحاسب الآلي ، بحيث يكون حل الشفرة بدون معرفة المفتاح مكافئاً لحل أحد تلك المسائل ، وتبين الأمثلة الواردة في فصل طرق شفر المعلومات نموذجاً من هذه النظم .

ومن الجدير ذكره ان علم الشفرة كان محاطاً بالسرية التامة ، وكان العمل فيه حكراً على عدد قليل من المؤسسات الأمنية في الدول المتقدمة ، ولكن مع بداية الفترة الثانية تغير الأمر إلى حد كبير ، ويعزى هذا إلى كثرة الباحثين في مجال الشفرة من الجامعات التي تعرف برغبتها في نشر المعرفة وعدم احتكارها .

علم الشفرة النظري

تعد الرياضيات هي الأساس النظري لعلم الشفرة ، ولقد وضع كلود شانون ــ وهو عالم رياضيات له اسهامات كبيرة في نظرية المعلومات والاتصالات ــ نموذجاً رياضياً لعلم الشفرة نوجز مكوناته الرئيسة كما يلي :



النص الأصلي : س ، ولنفرض ان طوله أ من الحروف ، والمفتاح ولنسميه م ، والنص المشفر ، ص ، ولنفرض ان طوله ب من الحروف .

واذا كانت حروف النص هي الاعداد الثنائية ، واحد (١) وصفر (٠) ، فان عدد الرسائل الأصلية في هذا النموذج يبلغ $٢^{أ}$ وعدد النصوص المشفرة $٢^{ب}$. ومن الواضح انه لابد ان تكون $٢^{ب}$ مساوية لـ $٢^{أ}$ أو تزيد عنها ، والا ستكون هناك بعض النصوص المشفرة التي لا يمكن أرجاعها إلى نص أصلي واحد ، وانما لأكثر من ذلك ، وهذا أمر غير مرغوب فيه .

وفي هذا النموذج يتم ارسال النص المشفر ص عبر قناة غير أمينة ، بمعنى ان هناك من يسترق السمع مما نسميه بالعدو ، ويمكن لهذا العدو الحصول على أي نص مشفر يختاره ليحاول كسره . أما المفتاح م فيفترض انه ينقل بين المتخاطبين عبر قناة أمينة مثل الحقيبة الدبلوماسية أو بوساطة مراسل موثوق .

وقد عرّفت السرية المطلقة في هذا النموذج بانها عدم القدرة على معرفة النص الأصلي من المشفر ، مهما استخدمت من امكانات وطاقات حسابية . وقد صيغ شرط رياضي للسرية المطلقة في المعادلة التالية :

احتمال (معرفة النص الأصلي بعد الحصول على النص المشفر) = احتمال (معرفة النص الأصلي بدون معرفة النص المشفر)

أي ان العدو لا يستطيع ان يعمل أكثر من ان يخمن النص الأصلي ، وعلى الرغم من ان هذا الشرط يبدو قاسياً ، إلا انه ممكن التحقق ، ويستدل على ذلك بما يسمى « نظام كراسة المرة الواحدة » وهو نظام يتم فيه تشفير النص الأصلي عن طريق جمع حروفه جمعاً دورياً أي بدون نقل ، مع أحرف المفتاح الذي لا يقل طوله عن طول النص الأصلي ، ويحل النص المشفر أيضاً بوساطة جمع دوري مع أحرف المفتاح ، ويشترط في هذا النظام ان لا يستخدم المفتاح لأكثر من رسالة واحدة ، ويبين المثال الأول في الفصل التالي طريقة عمل هذا النظام .

ويمكن للقارئ ان يدرك الصعوبة البالغة في تطبيق هذا النظام ، وهي مشكلة توليد مفاتيح كثيرة وطويلة جداً ، وتوزيعها بين المتخاطبين . وتعرف هذه المشكلة بمشكلة « إدارة المفاتيح » . وهذه هي العقبة الكبيرة التي تحول دون تصميم نظم شفرة قوية عملية . ولاتزال هذه المشكلة بدون حل مرض حتى الآن . إلا أنه يعتقد ان هذا هو النظام الشفري المستعمل على « الخط الساخن مابين واشنطن إلى موسكو » ، وانه هو النظام الوحيد الذي يسمح للجواسيس الروس باستخدامه . (انظر المرجع رقم ٤) .

ونظراً للخصائص الجيدة لنظام كراسة المرة الواحدة ، فان معظم طرق التشفير المتسلسل ، والتي سيرد ذكرها في الفصل التالي ، تحاول تقريبه عن طريق توليد مفاتيح لها نفس طول النص الأصلي ، ولها خصائص عشوائية جيدة مبنية على مفاتيح قصيرة متعارف عليها بين المتخاطبين .

وحيث ان السرية المطلقة غير ممكنة عملياً ، فقد أعطى شانون تعريفاً عملياً للسرية المرغوبة في التطبيقات العملية أو السرية العملية ، وهي عندما لا تكون قدرات العدو كافية لحل الشفرة بدون معرفة المفتاح . وبناءاً على هذا التعريف ، فان قوة النظم المستعملة حالياً

للتشفير تقاس بمدى مقاومتها لمحاولات العدو ، مع افتراض انه يعرف بعض النصوص الأصلية ومقابلها المشفر ، وهذا الافتراض ليس بعيداً عن الواقعية .

طرق تشفير المعلومات :

في بقية هذا المقال سوف نمثل النص الأصلي أو المشفر بسلسلة من الاعداد الصحيحة في النظام العشري ، أي المكونة من ٠ و ١ و . . . إلى ٩ ، أو في النظام الثنائي ، أي الاعداد المكونة من ٠ و ١ . وهذا التمثيل واقعي ، حيث ان جميع الرموز تكون ممثلة بالاعداد الثنائية اثناء معالجتها أو تخزينها في الحاسب أو أثناء انتقالها عبر وسائل الاتصالات .

تصنف طرق التشفير حسب عدد المفاتيح إلى فئتين هما طرق المفتاح الواحد وطرق المفتاحين كما ورد سابقاً ، كما تصنف هذه الطرق من الناحية التشغيلية إلى طرق التشفير المتسلسل وطرق التشفير المقطع .

طرق التشفير المتسلسل :

وهي الطرق التي يقسم فيها النص الأصلي إلى سلسلة من الحروف أو الاعداد الثنائية ، أي صفر وواحد ، ثم يجمع كل من هذه الاعداد مع اعداد أخرى تمثل المفتاح وتكون نتيجة الجمع هي النص المشفر . وتتم عملية حل الشفرة ، بجمع حروف أو اعداد النص المشفر مع اعداد المفتاح لاسترجاع النص الأصلى .

مثال ــ ١ :

النص الأصلي	١٠١١١٠١٠٠١٠٠١
المفتاح	١١٠١١٠١٠١١٠١٠
النص المشفر	٠١١٠٠٠٠٠١٠٠١١

(يلاحظ ان النص المشفر هو حاصل جمع اعداد النص الأصلي والمفتاح جمعاً ثنائياً . والجمع الثنائي يتم حسب القاعدة التالية : ١+١=٠ ، ١+٠=١ ، ٠+١=١ ، ٠+٠=٠
ويمكن للقارئ ان يستعيد النص الأصلي من النص المشفر والمفتاح بوساطة جمعها جمعاً ثنائياً) .

وتعتمد سرية هذه الطرق على مدى العشوائية في سلسلة المفتاح ، فكلما زادت العشوائية صعب على العدو التنبؤ باجزاء المفتاح ومن ثم كسر الشفرة ، ولهذا ترتكز البحوث في هذا المجال على ابتكار نظم لتوليد مفاتيح طويلة بها أكبر قدر من العشوائية كمحاولة لتقريب نظام الكراسة الواحدة ..



طرق التشفير المقطع :

وهي الطرق التي يقطع فيها النص الأصلي إلى أجزاء متساوية الطول ، ويعامل كل جزء وكأنه رقم يجرى عليه عدد من العمليات الرياضية تكون نتيجتها النص المشفر .

وتختلف الأساليب الشفرية بهذه الطريقة باختلاف العمليات الرياضية التي تجري على النص الأصلي كما تبين الأمثلة التالية :

مثال ــ ٢ : النص الأصلي ٧٥ .

العملية الرياضية : النص المشفر = باقي ($٧٥^{٢٩}$) ٩١ أي رفع العدد ٧٥ إلى قوة ٢٩ ثم قسمة الناتج على ٩١ واعتبار الباقي هو النص المشفر .

النص المشفر : ناتج العملية أعلاه وهو ١٧.

ولحل الشفرة تجري نفس العملية الا ان الاس أو القوة في هذه الحالة هو ٥ أي ان النص الأصلي = باقي (١٧) ٩١ . ويمكن للقارئ ان يتحقق من ذلك باجراء العملية ليجد ان الناتج هو ٧٥ ، أي النص الأصلي !

يلاحظ ان هذه الطريقة هي من فئة المفتاحين وان المفتاح الشفري هو زوج الاعداد (٩١ ، ٢٩) ، ويدعى ٩١ بالمعامل و٢٩ بالقوة ، وهذا الزوج هو المفتاح العام ، ويمكن اعطائه لكل من يريد شفر رسالة بهذه الطريقة . أما مفتاح حل الشفرة فهو الزوج (٩١ ، ٥) ، وهذا الزوج يجب الحفاظ عليه بسرية تامة ، حيث انه بوساطته فقط يمكن حل الشفرة ، ولهذا سمي بالمفتاح الخاص أو السري . وقد يعتقد القارئ ، وهو على صواب ، ان هناك علاقة ما بين المفتاحين.وهذه العلاقة هي كما يلي :

١ ــ يحسب ٩١ على انه حاصل ضرب عددين أوليين تم اختيارهما عشوائياً أي ٧ و ١٣ .

٢ ــ يحسب عدد الأرقام التي ليس لها قاسم مشترك أكبر من الواحد مع ٩١ وهذا العدد = (١٣-١) (٧-١) = ٧٢ (يدعى هذا العدد بدالة أويلر) .

٣ ــ يختار أي رقم بين ١ و٧٢ بحيث لا يكون له قاسم مشترك أكبر من واحد مع ٧٢ ، وفي هذا المثال اختير الرقم ٢٩ ليكون القوة الشفرية .

٤ ــ يحسب عكس ٢٩ بالنسبة إلى ٧٢ أي الرقم الذي اذا ضرب في ٢٩ وقسم الناتج على ٧٢ كان باقي القسمة مساوياً لواحد ، وفي هذا المثال وجد الرقم ٥ . (لاحظ ان : ٢٩×٥ = ١٤٥ ، وان ١٤٥ تقسيم ٧٢ يعطي الباقي واحد) . ويلاحظ في هذا المثال ان استنتاج الزوج (٩١ ، ٥) من الزوج (٩١ ، ٢٩) يتطلب معرفة المكونات الأولية للمعامل ٩١ ، وهذا أمر غير صعب عندما يكون المعامل صغيراً مثل هذا . ولكن إذا كان المعامل كبيراً جداً فان تحليله إلى عوامله الأولية يتطلب وقتاً كبيراً جداً كما هو معروف الآن ، ومن هنا تنبع سرية هذه الطريقة ، حيث ان المعاملات المستخدمة عملياً يزيد طولها عن ٢٠٠ عدد عشري !!

مثال ــ ٣ : النص الأصلي : ٤٣ في النظام العشري ويساوي ١٠١٠١١ في النظام الثنائي .

العملية الرياضية : اعتبار التمثيل الثنائي للنص الأصلي مصفوفة عمودية وضربها في المصفوفة التالية المكونة من ٦ أعداد والتي تمثل المفتاح الشفري (١ ، ٣ ، ٥ ، ٩ ، ١٩ ، ٣٨) ليكون الناتج ٥١ وهو النص المشفر .

ولحل الشفرة يجب تجزئة النص المشفر ، أي ٥١ ، إلى ٦ أعداد صحيحة أو أقل تطابق تلك الاعداد التي وردت في مصفوفة المفتاح ومن ثم تعيين مواقع الاعداد التي اختيرت وتمثيلها بالعدد ١ وتمثيل مواقع الاعداد الأخرى بالصفر . وفي هذا المثال نجد أن :

٥١ = ١+٣+٩+٣٨ ، أي الاعداد الأول والثاني والرابع والسادس من مصفوفة المفتاح والتي تمثلها بالعدد ١ في الموقع الأول والثاني والرابع والسادس ، وبالعدد صفر في الموقعين الثالث والخامس لتكون النتيجة ١٠١٠١١ أو ٤٣ وهو النص الأصلي ، وتكمن سرية هذه الطريقة في كون تجزئة عدد ما إلى مجموع أعداد صحيحة مختارة من مجموعة معينة مسألة في غاية الصعوبة ، إذا لم تكن هناك معلومات اضافية . وفي هذه الحالة فان المعلومة الاضافية تكمن في مفتاح حل الشفرة ، وهذه المعلومة هنا هي ان كل عدد من مصفوفة المفتاح الشفري يزيد عن مجموع الاعداد التي سبقته ، أي الاعداد التي تقع إلى اليسار منه .

يمثل كل من الأمثلة ٢ و ٣ النظم الحديثة في التشفير ، والواقع ان المثال الثاني يمثل أهم الطرق الشفرية ذات المفتاحين ، ويدعى نظام ريفست شمير ادلمان ، وقد قاوم هذا النظام جميع محاولات الكسر التي تعرض لها . أما المثال الثالث فيمثل أحد النظم الحديثة التي لم تصمد أمام محاولات الكسر ، وتوجد الآن طرق سريعة لكسر هذا النظام مبنية على مفاهيم رياضية متقدمة يمكن للقارئ الاطلاع عليها في السجل العلمي لمؤتمر الشفرة لعام ١٩٨٢م والذي يعقد سنوياً بولاية كاليفورنيا في الولايات المتحدة الأمريكية .

كما ان هناك نظماً للتشفير تجمع الخصائص الشفرية المتسلسلة والمقطعة لأنها تقسم النص إلى أجزاء كل واحد منها يعد سلسلة من الاعداد الثنائية ، ومن أشهر هذه النظم ما يسمى « النظام الشفري القياسي » الذي تبنته هيئة المقاييس والمواصفات الأمريكية ، وعلى الرغم من انه ليست هناك محاولات ناجحة معلنة لكسر هذا النظام إلا انه تعرض لكثير من النقد لأن بعض تفاصيل تصميمه أبقى عليها سراً بإيعاز من وكالة الأمن القومي الأمريكي مما أدى إلى عدد من الشكوك حول درجة أمنه .

المراجع :

١ ـــ Cryptography and Data Security, D. Denning, Addison-Wesley 1983.

٢ ـــ Data Security, D. Denning and P. Denning, ACM Computing Surveys Vol 11 No. 3 1979.

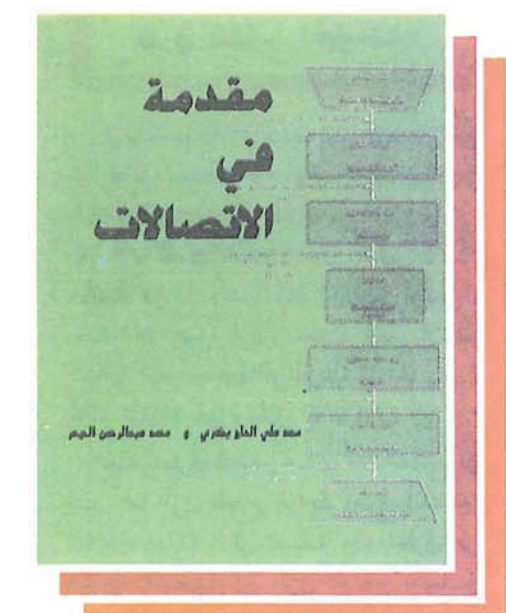
٣ ـــ The Codebreakers, D. Khan, Macmillan 1967.

٤ ـــ Asymmetrio and Symmetric Encryption, G.J. Simmons, ACM Computing Surveys, Vol 11, No. 4 1979.

٥ ـــ Cryptology in Transition, A. Lempel, ACM Computing Surveys, Vol 1 No. 4 1979.

عرض كتاب





عرض : د. إبراهيم المعتاز

جامعة الملك سعود

طبع في مطابع جامعة الملك سعود ١٤٠٩هـ



ألف هذا الكتاب الدكتور سعد علي الحاج بكري ، والدكتور محمد عبدالرحمن الحيدر ، ويعد الكتاب مساهمة جيدة في حركة تعريب العلوم الحديثة ومحاولة ناجحة لكتابة العلوم التقنية والهندسية باللغة العربية ، والكتاب هندسي الاختصاص يخاطب المهندسين والعاملين في قطاع الاتصالات بشكل خاص إلى جانب تقديم الأسس العلمية الهندسية في مجال الاتصالات ، ويحتوي الكتاب على خمسة فصول رئيسة ، يبدأ بنظرة عامة لهندسة الاتصالات ثم المبادىء الأساس لتحليل الطيف ثم أنواع وأساليب تعديل (تضمين) ارتفاع الموجات (المطال) والتردد والنبضات .

نظرة عامة إلى هندسة الاتصال

يقدم الفصل الأول من الكتاب نظرة عامة إلى هندسة الاتصال تبدأ بلمحة تاريخية تستعرض تطور أساليب الاتصال وتنتهي بتطلعات لمستقبل هندسة الاتصال وأساليبها ، ويقدم الفصل أيضاً شرحاً لعناصر وأنظمة الاتصالات والتي تتكون عادة من :

١ ـــ مصدر المعلومات .
٢ ـــ محول المعلومات المرسلة .
٣ ـــ جهاز ارسال .
٤ ـــ قناة اتصال .
٥ ـــ جهاز استقبال .
٦ ـــ محول المعلومات القادمة .
٧ ـــ مقصد المعلومات .

وترسل المعلومات وتستقبل بشكل تمثيلي أو رقمي اما بصورة مستمرة واما متقطعة ، وتشمل ثمانية مجالات رئيسة لتردد الموجات عبر طيف الترددات الكهرومغناطيسية والتي يحتوي هذا الفصل أيضاً على وصف مفصل لها .

ويقدم الفصل أيضاً تعريفاً ميسراً لفكرة تعديل (تضمين) الموجات ولظاهرة التشويش ، ثم يعرض الفصل أخيراً للأساليب المختلفة في تحليل أنظمة الاتصالات في مجالي الزمن والتردد وتحويل التعبيرات الرياضية من مجال لآخر بمساعدة النظريات التالية :

١ ـــ نظرية تحليل الترددات .
٢ ـــ نظرية التعديل (التضمين) .

٣ ـ نظرية الاتصالات .
٤ ـ النظرية الاحصائية للكشف والتخمين .
٥ ـ نظرية المعلومات والرموز .
٦ ـ نظرية حركة احمال أنظمة الاتصالات .

تحليل ترددات الطيف

يستعرض الفصل الثاني تحت هذا العنوان استخدام الوسائل الرياضية لايجاد مواصفات الموجات في مجال التردد ، ومعرفة العلاقة التي تربط هذه المواصفات بتلك القائمة في مجال الزمن ، ويساعد هذا في دراسة الموجات المرسلة والمستقبلة والمعالجة في أنظمة الاتصالات ، ويشمل هذا الفصل دراسة مفصلة لمفكوك فوريور Fourier Expansion وتحويل فوريور Fourier Transform واستخدامها في حساب القدرة القياسية للموجات عند الترددات المختلفة ، والقدرة القياسية للموجات هي اصطلاح يعبر عن القدرة الناتجة عن تطبيق جهد موجة كهربائية على مقاومة كهربائية تبلغ قيمتها أوماً واحداً .

ثم يعرض الفصل الثاني أيضاً لنظرية الالتفاف وطرق معرفة استجابة الأنظمة للموجات الداخلة . ونظرية الالتفاف Convolution theory تستخدم لايجاد الموجات ذات تحويل فوريور معلوم عبارة عن حاصل ضرب تحويلين فوريوريين لموجتين معروفتين . كما يستفاد من معرفة استجابة الأنظمة تحديد الموجات الخارجة من هذه الأنظمة ومعرفة دالة التحويل ، وينتهي هذا الفصل بشرح ظاهرة ارتباط الاشارات والتي يحتاج إليها مهندس الاتصالات كثيراً لمعرفة مدى الترابط أو التشابه بين موجتين .

تعديل (تضمين) الموجات

يحتوي الكتاب على شرح مفصل لعملية تعديل الموجات ، يشمل تعديل ارتفاع الموجة كما في الفصل الثالث ، وتعديل التردد كما في الفصل الرابع ، وأخيراً تعديل النبضات في الفصل الخامس والأخير .

ويمكن التعبير عن فكرة التعديل (التضمين) كما يقول المؤلفان من خلال المثال التالي : « إذا كان لدينا رسالة مكتوبة على ورقة يطلب نقلها من نقطتين متباعدتين . فان رمي ورقة الرسالة من نقطة المصدر باتجاه المقصد سوف يؤدي إلى نقل الرسالة مسافة قصيرة تسقط بعدها الرسالة على الأرض ، ولكن لو أمكن ربط هذه الورقة بحجر ثم جرى رمي الحجر من نقطة المصدر فانه يمكن قطع مسافة أطول ، وبذلك يمكن تأمين الاتصال بين هاتين النقطتين . تمثل الورقة المكتوبة في هذا المثال المعلومات المطلوب ارسالها ويمثل الحجر الموجة الحاملة ، وتمثل العملية فكرة التضمين » .

ومن فوائد عملية التعديل (التضمين) مايلي :

١ ـ يؤدي إلى تسهيل عملية البث بتحميل موجة المعلومات على موجة عالية التردد .
٢ ـ يساعد على توزيع وتحديد الأقنية المستخدمة .
٣ ـ يساهم في تنفيذ فكرة تعدد الارسال ضمن قناة واحدة .
٤ ـ يساهم في تقليل التشويش .

ويعد تعديل ارتفاع الموجة (تضمين المطال) أول أنواع تعديل الموجات تهيئة لارسالها عبر مسافات بعيدة ، وهو أكثر الأنواع استخداماً في مجال الارسال الاذاعي وكذلك ارسال موجة الصورة في الارسال التلفزيوني .

ويحتوي الفصل الثالث على شرح لنظرية تعديل ارتفاع الموجه وعرض لنطاق الترددات وتوزيع القدرة على مدى تلك الترددات ، كما يشمل أيضاً دراسة للأنواع الخاصة من هذا التعديل كتعديل النطاق المزدوج المخمد الحامل ، وتعديل النطاق الوحيد ، وتعديل النطاق الوحيد مع الحامل ، ويقدم الفصل أيضاً دراسة لأساليب ازالة أو كشف تعديل ارتفاع الموجة واسلوب استخدام الموجة الحاملة ، وأخيراً يوضح الفصل طريقة ارسال عدد من الموجات عبر قناة مشتركة باستخدام تعدد تقسيمات نطاق التردد .

وفي الفصل الرابع ، يقدم الكتاب شرحاً وافياً لتعديل التردد والمستخدم بشكل رئيس في المحطات الاذاعية التي تعمل ضمن المجال مابين ٨٨ إلى ١٠٨ ميجاهيرتز كما يستخدم أيضاً في ارسال الصوت من محطات البث التلفزيوني ، ويحتوي هذا الفصل على عرض لنظرية تعديل التردد وتحليل لعرض نطاق التردد المعدل وكذلك دراسة توزيع القدرة في نطاق التردد ثم شرح نظرية تعديل الطور phase ووصف طرق توليد تعديل التردد والحاجة إلى مضاعفة التردد ثم بيان مبدأ كشف تعديل التردد والمكونات الأساس لأجهزة ارسال واستقبال تعديل التردد ، ويقدم الفصل أيضاً دراسة لاستخدام الصوت المجسم في تعديل التردد .

وبسبب الاعتماد المتزايد على الاتصالات الرقمية تلاقي عملية تعديل النبضات pulse modulation اهتماماً متزايداً ، ولقد أفرد المؤلفان الفصل الخامس والأخير من الكتاب لدراسة تعديل النبضات والتي تبدأ بتقديم نظرية العينات وشرح مفهوم تعدد تقسيم الزمن يلي ذلك استعراض لأنواع تعديل النبضات التمثيلي كتعديل ارتفاع النبضات وتعديل فترة النبضات وتعديل مركز النبضات ثم يقدم الفصل أيضاً دراسة لتعديل النبضات الرقمية كتعديل رمز النبضات وتعديل دلتا ، ويختتم الفصل بالتعريف بالارسال الرقمي وأنواعه المختلفة .

وأخيراً فان الكتاب متخصص في موضوعه يقدم المعلومات الأساس لهندسة الاتصالات بسهولة وتتابع ، وهو كما جاء في مقدمته يصلح للطلبة الجامعيين الذين يبدأون بدراسة مقرر الاتصالات لأول مرة ، ويتطلب الكتاب من هؤلاء الطلبة معرفة بأسس علوم مختلفة تشمل الرياضيات والفيزياء والدوائر الكهربائية والألكترونية ، وهو مفيد جداً لسائر العاملين في مجال الاتصالات ، بل المهندسين والفنيين .

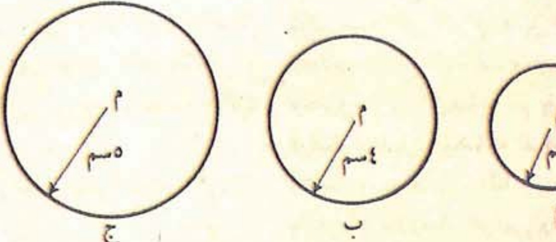
ولقد اشتمل الكتاب على أمثلة عديدة في كل فصل إلى جانب الاسئلة والتمارين الملحقة بكل فصل والتي أشار المؤلفان إلى وجود حلول لها في كتيب خاص ، والكتاب بوجه عام ذو طابع أكاديمي نظري خال من التطبيقات العملية ، ملائم جداً لما وضع له ككتاب منهجي ، يقدم الأسس النظرية لهندسة الاتصالات ، ولقد أحسن المؤلفان صنعاً بارداف المصطلحات العلمية المترجمة بأصلها الانجليزي عند كل استخدام لها ، كما الحقا الكتاب بمعجم لهذه المصطلحات ، ولعل عدم اختيارهما للمصطلح المناسب يعود كما ذكرا لغياب الترجمة العربية الموحدة ولا ينقص هذا من قيمة الكتاب العلمية والمعنوية ، بل هو كما ذكرت سابقاً خطوة لتوطين العلوم الهندسية والتقنية ودين للأجيال العربية الصاعدة المتشوقة إلى التعلم والمتطلعة إلى التفوق والمتفائلة بالمستقبل .



مساحة للتفكير

مسابقة العدد السابع

أرغفة الخبز



إذا كانت الدوائر أ ، ب ، ج تمثل ثلاث أرغفة من الخبز ذات السماكة الواحدة وأنصاف أنطارها كما هو في الشكل أ = ٣سم ، ب = ٤سم ، ج = ٥سم فكيف يمكن تقسيم هذه الأرغفة الثلاث على أربعة أشخاص بالتساوي وبأقل عدد ممكن من القطع ؟

حل مسابقة العدد السادس

```
                (١٢) ★★★★,★★★★
(١١) ★★★ | (١٠) ★★★★★★★
            (٩) ★★★ -
               (٨) ★★★
               (٧) ★★★ -
                  (٦) ★★★
                  (٥) ★★★ -
                     (٤) ★★★
                     (٣) ★★★ -
                        (٢) ★★★★
                        (١) ★★★★ -
                            . . . .
```

حيث أن أي أرقام تضاف بعد انتهاء الأرقام الرئيسة في المقسوم هي أصفار فان العدد (٢) هو ١٠٠٠أ حيث أ < ١٠

بما ان ١٠٠٠أ = أ × ٢ × ٢ × ٢ × ٥ × ٥ × ٥

فان العوامل الأولية للعدد (٢) هي ٢ ، ٢ ، ٢ ، ٥ ، ٥ ، ٥ ، أ

العدد (١) = العدد (٢) .

∴ العوامل الأولية للمقسوم عليه (١١) هي ضمن ٢ ، ٢ ، ٢ ، ٥ ، ٥ ، ٥ ، ٥

بما ان آخر رقم في العدد (٦) هو صفر

فان الرقم أ هو أما صفر وهذا مستبعد أو ٥

∴ العدد (١) = العدد (٢) = ٥٠٠٠

∴ آخر رقم في المقسوم عليه يجب ان يكون ٥

∴ لايمكن ان يكون العدد ٢ معاملاً للمقسوم عليه وإلا أصبح آخر رقم صفر

∴ المقسوم عليه (١١) = ٥ × ٥ × ٥ × ٥ = ٦٢٥

∴ آخر رقم في ناتج القسمة (١٢) هو = ٢ × ٢ × ٢ = ٨

∴ العدد (٣) = ٦٢٥

العدد (٤) = العدد (٣) + ٥ = ٦٣٠

العدد (٥) = ٦٢٥

العدد (٦) = العدد (٥) + ٦٣ = ٦٨٨

العدد (٧) = ٦٢٥

العدد (٨) = العدد (٧) + ٦٨ = ٦٩٣

العدد (٩) = ٦٢٥

الثلاثة أرقام اليسرى في العدد (١٠) = العدد (٩) + ٦ = ٦٣١

∴ المقسوم = ٦٣١٩٣٨

المقسوم عليه = ٦٢٥

ناتج القسمة = ١٠١١,١٠٠٨

```
              (١٢) ١٠١١,١٠٠٨
(١١) ٦٢٥ | (١٠) ٦٣١٩٣٨
           (٩) ٦٢٥ -
            (٨) ٦٩٣
            (٧) ٦٢٥ -
             (٦) ٦٨٨
             (٥) ٦٢٥ -
              (٤) ٦٣٠
              (٣) ٦٢٥ -
               (٢) ٥٠٠٠
               (١) ٥٠٠٠ -
                   ٠٠٠٠
```

اعزاءنا القراء

إذا استطعتم معرفة الاجابة على مسابقة « أرغفة الخبز » فأرسلوا اجابتكم على عنوان المجلة مع التقيد بما يأتي :

١ ــ ترفق مع الاجابة طريقة الحل .
٢ ــ تكون الاجابة وطريقة الحل بشكل واضح ومقروء .
٣ ــ وضع عنوان المرسل كاملاً .
٤ ــ آخر موعد لاستلام الحل هو ١٤٠٩/٩/٢٥هـ .

سوف يتم السحب على الاجابات الصحيحة والتي تحتوي على طريقة الحل وسوف يمنح الخمسة الأوائل مجموعة من الكتب العلمية القيمة ، كما سيتم نشر أسماء الفائزين مع الحل في العدد القادم ان شاء الله .

الفائزون في مسابقة العدد السادس

ورد إلى المجلة العديد من حلول المسابقة التي تضمنها العدد السادس ، وعلى الرغم من تعدد المحاولات لم يتوفق في الوصول إلى الحل الصحيح لهذه المسابقة إلا متسابقاً واحداً ويعزى ذلك إلى عدة أسباب نلخصها في الآتي :

١ ــ عدم التقيد بما ترمز إليه النجوم في المسابقة ، ومثال ذلك أن يكون الناتج من عملية طرح العدد رقم (٩) من العدد رقم (١٠) في الاجابة الصحيحة رقماً واحداً (العدد رقم ٨) خلافاً لما جاء في كثير من الحلول ، كأن يكون الناتج أكثر من رقم .

٢ ــ زيادة عدد خطوات الحل محاولة للوصول إلى الأرقام المطلوبة .

٣ ــ وصول بعض الحلول إلى أرقام نهائية مع عدم توضيح كيفية الحصول عليها .

توصل إلى الحل الصحيح للمسابقة :

ــ خديجة عبدالرحمن الباني

ويسرنا اهداءها مجموعة من الكتب العلمية القيمة آملين أن تجد فيها الفائدة ، كما نتمنى للأخوة الذين لم يحالفهم الحظ حظاً وافراً في الأعداد القادمة .

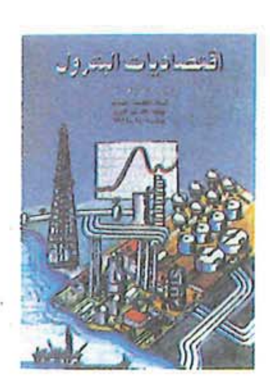


كتب صدرت حديثاً

اقتصاديات البترول

صدر هذا الكتاب عن دار حافظ للنشر والتوزيع عام ١٤٠٨هـ وألفه د. سيد فتحي أحمد الخولي ويهدف إلى تعريف الدارسين بانتاج وتوزيع واستهلاك النفط ، وبالسياسات المختلفة المتعلقة بهذا المورد الحيوي عن طريق استخدام أدوات التحليل الاقتصادي مع الاشارة إلى الأبعاد غير الاقتصادية للنفط وبأثر النفط على العلاقات الاقتصادية والسياسية بين الدول المصدرة والمستهلكة في المنظمات الدولية والإقليمية ، ودور المملكة العربية السعودية ودول الخليج العربي الأخرى في السوق العالمي للنفط .

وينقسم الكتاب إلى أربعة أجزاء ، يتناول الجزء الأول الموارد الاقتصادية ومصادر الطاقة ، ويركز الجزء الثاني على الموارد النفطية الغازية والسائلة ، ويتناول الجزء الثالث قواعد تسعير النفط مع استعراض لتطورات أسعار النفط منذ اكتشافه إلى الوقت الراهن مع التركيز على بعض الاحداث الهامة كانشاء أوبك وأزمة السبعينات واستخدام البترول كسلاح سياسي وأزمة الثمانينات وغيرها . ويستعرض الجزء الرابع أهم الأبعاد الدولية والمحلية لموضوعات اقتصادية كصناعة تكرير النفط والصناعات البتروكيماوية ، مع التركيز على المفاوضة الاقتصادية بين دول الخليج العربي ودول السوق الأوربية المشتركة حول تسويق البتروكيماويات ، ويتناول هذا الجزء أيضاً موضوع الطاقة وتلوث الموارد البيئية والأبعاد الاقتصادية للعلاقة التبادلية بين النفط والتلوث البيئي ، ويقع الكتاب في ٣٦٨ صفحة .



هندسة نظم الاتصالات

ألف هذا الكتاب المهندس فريج سعيد العويضي ، وطبع لدى شركة الطباعة العربية السعودية ـ الرياض . وللكتاب عنوان شامل يشمل الاتصالات اللاسلكية وطرق التخطيط لها وتصميمها ، ويشتمل الكتاب على خمسة فصول تشمل فصلاً تمهيدياً عن التخطيط لأنظمة الاتصالات يغطيها بعض المفاهيم الأساس كالطيف الترددي وميكانيكية انتشار الموجات والهوائيات والتعديل . والفصل الثاني عن مسح منطقة الاتصالات بهدف جمع المعلومات التي تساعد على تصميم نظام اتصالات معين وحساب ادائه ، ويتعرض الفصل الثالث لأنظمة الاتصال في نطاق التردد العالي ، بينما يختص الفصل الرابع بنطاق الترددات العالية جداً وفوق العالية . أما الفصل الخامس والأخير فيتعرض لأنظمة الاتصال ذات النطاق العريض ومنها شبكات الميكروويف وتوابع الاتصالات . ويعد الكتاب أسهاماً جيداً يحاول التطرق إلى جوانب تقنية الاتصالات بأسلوب جاد وميسر . ويقع الكتاب في ١٩٢ صفحة بالاضافة إلى الفهارس وقائمة مراجع .



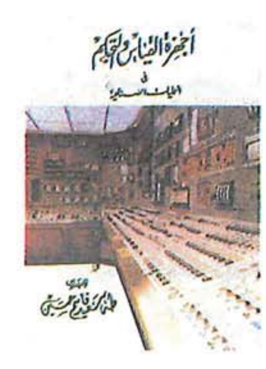
أجهزة القياس والتحكم في العمليات الصناعية

تعد أجهزة القياس والتحكم من أهم وأبرز الأجهزة في الصناعات الراهنة نظراً للاحتياج المستمر لها والاعتماد عليها في معرفة تدفق المواد وحيود سير الأنظمة الصناعية عما هو مرسوم لها ، ويقدم الكتاب وصفاً سهلاً لهذه الأجهزة وطرق عملها ، بأسلوب سهل في متناول المتخصص وغير المتخصص ، والكتاب من تأليف طه سعيد قاسم حسين واصدار مؤسسة هجر للطباعة والنشر في عام ١٤٠٧هـ ، ويقع في ثلاثة أجزاء رئيسة هي :

الجزء الأول : ويهتم في القياسات التقنية ونظم القياس ويشتمل على وصف لأجهزة وطرق القياس ووصف لمفاهيم الضغط والتدفق وتطبيق لأجهزة قياس المستوى وأجهزة قياس درجة الحرارة وأجهزة التحاليل .

ويحتوي الجزء الثاني على شرح مسهب للمرسلات والمسجلات الالكترونية واستخداماتها في أجهزة القياس الهوائية .

ويهتم الجزء الثالث بنظم التحكم الاتوماتيكية في الصناعة بعرض للمفاهيم الأساس للتحكم الآلي ووصف للمنظمات الصناعية مع تقديم بعض التطبيقات العملية لنظم التحكم الأتوماتيكية في تحلية مياه البحر ومحطات القوى الكهربائية ، ويقع الكتاب في ٥١٣ صفحة .



لقاح جديد لمنع الحمل

تشير احدى الدراسات التي يقوم بها علماء استراليون إلى عدم وجود اعراض جانبية خطيرة للقاح جديد سوف يستخدم لمنع الحمل . ويعمل اللقاح الذي يعطى عن طريق الحقن باستثارة الجسم لانتاج أجسام مضادة تقوم بدورها بابطال فعالية هرمون ضروري للحمل (hCG) ، ولم تتجاوز الأعراض الجانبية بعض الآلام العضلية لدى بعض النساء اللائي جرب فيهن اللقاح .

ولم تكتمل بعد اختبارات قدرة اللقاح في منع الحمل . ويفترض ان تستمر فعالية الجرعة الواحدة لمدة تتراوح بين ستة أشهر وعام تقوم اثناءها الاجسام المضادة بالالتحام بهرمون الحمل (hCG) مما يجعل انغراس البويضة المخصبة في جدار الرحم أمراً صعباً ، وكما هو معروف لا ينتج جهاز مناعة الجسم أجساماً مضادة لمواد ينتجها الجسم نفسه ، أو بعبارة أخرى ينتج الجسم أجساماً مضادة للأجسام أو المواد أو الأعضاء الغريبة عليه . ولكي يتغلب العلماء المنتجون للقاح منع الحمل على هذه المشكلة قاموا بلحم جزء من جزيء هرمون الحمل (hCG) ، المصنع إلى مادة سامة (diphtheria toxin) تفرزها بكتيريا الدفتيريا . وعند حقن هذا المركب في الجسم يحدث رد فعل مناعي قوي وتتكون أجسام مضادة ضد المادتين المتحدتين . ويرى العلماء أن هذا اللقاح لن يؤثر على مستوى الهرمونات الأخرى لدى النساء المطعمات به أو على انتظام الدورة الشهرية لديهن ، لأن الأجسام المضادة التي يتسبب اللقاح في انتاجها تستهدف هرموناً تفرزه البويضة المخصبة .

وقد كشفت تجربة حقنت فيها ثلاثون امرأة ـ فقدن خصوبتهن جراحياً ـ بجرعات متفاوتة من اللقاح عن وجود الأجسام المضادة لهرمون الحمل (hCG) في اجسامهن لعدة أسابيع من الحقن . ولكن يبقى السؤال : ماهو مدى فعالية الأجسام المضادة في منعها للحمل ؟

على الرغم من أن اختبارات اللقاح التي أجريت على الرئيسات (Primates) قد أعطت فكرة عامة عن اللقاح بل أوضحت قدرته على منع الحمل في الحيوانات ، لا يستطيع أحد التأكد من فعاليته في الانسان إلا بعد اكتمال اختبارات المرحلة الثانية والتي ستجرى على الانسان ، وهذا ما أكده مخترع اللقاح وهو عالم أمريكي مشارك في البحث .

وتجدر الاشارة إلى أن أحد العلماء الهنود قد قام بمحاولة سابقة لانتاج لقاح مماثل واستخدم في ربط الهرمون ـ بمادة أخرى لاستثارة الجسم لانتاج الأجسام المضادة ـ مادة سامة لبكتيريا التتنوس (Tetanus) بدلاً من المادة السامة لبكتيريا الدفتيريا ، إلا أن انتاج الأجسام المضادة لهرمون الحمل (hCG) كان ضعيفاً ، اضافة إلى أن اللقاح أدى إلى انتاج نوع آخر من الأجسام المضادة لهرمون آخر للخصوبة (LH) يشبه في تركيبه هرمون الحمل (hCG) . ويترتب على الخلل المحدث في هذا الهرمون (LH) اضطراب في انتظام الدورة الشهرية وبدئها مبكراً في بعض الحالات . هذا ولا يسبب اللقاح الجديد حدوث مشكلة كهذه ، ويعزى ذلك إلى التباين الكبير بين هرمون الحمل (hCG) وبروتين بكتيريا الدفتيريا المستخدم في الالتحام .

المصدر : Sci. News Vol. 133, # 26, P. 407, 1988 .

فضيحة علمية !!

اكتشفت محكمة بلتيمور ان ستفن برينتج الطبيب النفساني قد وجد مذنباً بتهمة الغش والخداع في تقديم معلومات علمية حصل بموجبها على معونة الأبحاث الفدرالية ، وبناء على ذلك فقد يحاكم الطبيب المذكور بالايقاف عن البحث العلمي لمدة عشر سنوات مع اعادة المرتب الذي حصل عليه من المنحة وقدره ٢٠٠٠٠ دولار .

الجدير ذكره ان هذه العقوبة أخف كثيراً مما تعارفت عليها المحاكم في مثل هذه الجرائم ، وتعد هذه الجريمة أول جريمة علمية بالولايات المتحدة .

وتقول وقائع المحكمة ان برينتج اعطى معلومات كثيرة وغير صحيحة لنتائجه عن أدوية التحكم في سلوك الأطفال المعوقين عقلياً وذلك في تقريرين قدمهما إلى المعهد القومي للصحة العقلية كاد ان يحصل بموجبها على منحة اضافية لبحوثه « المزيفة » .. ففي حين انه يذكر ان حوالي ٦٥٪ من المرضى استجابوا لتركيبة دواء معين يذكر تقرير المحكمة ان أقل من ٢٥ شخصاً فقط من المرضى الذين شملهم البحث وعددهم ٢٧٨ قد تناولوا جرعة الدواء المعين . . .

برينتج استقال من جامعة بتسبرج عام ١٩٨٤ عندما شكك في بحوثه بوساطة زميل له ، وتم تعيينه مديراً لخدمات الطب النفسي بالقرب من بتسبرج وكان من المؤمل ان ينتقل إلى موقع وحقل آخر عندما أحس بضيق الخناق عليه .

الطريف أن برينتج البالغ من العمر ٣٦ عاماً رد على سؤال من القاضي « هل تفضل ان ينادى عليك بالدكتور أو السيد » ؟ فأجاب « بالسيد » . انه حقاً لا يستحق لقب دكتور الذي ربما قد ناله بالغش أيضاً . . .

المصدر : Sci. & Gov. Rep., Vol. 18 # 15, P. 4, 1988.

نوع من البلاستيك يخفي الطائرات

أصبحت عمليات الكشف عن الوسائل التي تخدع بها الطائرات الحربية الرادار اليوم مجالاً كبيراً للأبحاث ، وتفيد الأخبار العلمية بأن احدى الشركات الأمريكية توصلت لأول مرة إلى انتاج نوع من البوليمرات له القدرة على التوصيل ، واذا ما طلي به جسم الطائرة فانه يخفيها ، فلا يكتشفها الرادار فما سر هذا البلاستيك المعجزة ؟

يتكون هذا النوع من البلاستيك من مادة البولي انيلين والتي سبق ان اختبرت على هياكل طائرات F 19 ، وهي بوليمر استخدم في بداية الأمر في صناعة الأصباغ ، ويتميز عن الفلزات والبوليمرات الأخرى الموصلة بأنه يملك خواص فيزيائية مثل النفاذية المغناطيسية والتوصيل الكهربي تجعله يمتص موجات الرادار في نطاق واسع من الطيف .

صنع هذا البلاستيك منذ حوالي عشر سنوات إلا أن صناعته تطورت في الآونة الأخيرة بفضل الأبحاث التي تجري في معامل أوربا والولايات المتحدة ، وأثبتت هذه البوليمرات أن قدرتها على التوصيل غير ثابتة في وجود الرطوبة ، وصعوبة التحامها بالمواد الأخرى ، وبالاضافة إلى ذلك فان تصنيعها يولد مادة مسرطنة شديدة المفعول (البنزيدين) نتيجة بلمرة الانيلين في وسط حمضي ، واذا سخن بوليمر الانيلين الذي يمكن الحصول عليه باستخراجه بأحد المذيبات العضوية لدرجة ٤٥٠ درجة مئوية تثبت عليه الشحنة الكهربية ، وهي التي تعطيه القدرة على التوصيل ، وتظل الشحنة ثابتة في وجود الماء والاكسجين ، ويمكن لصق هذا الطلاء بسهولة بأنواع البلاستيك غير الموصلة ، وتكتسب المرونة والمقاومة ويمكن أن يرش على الأنسجة مثل النايلون .

وليست هذه العملية الوحيدة للبحث عن بلاستيك مضاد للرادار ، فالأمريكان يدرسون وجود جزء حساس للضوء في شبة العين يستطيع ان يمتص أمواج الرادار .

المصدر : La. Rech. Vol.19 # 195, Janv. P. 73, 1988 .

قليل من ضوء الشمس يفيد البلمرة

يحتاج تصنيع المواد البلاستيكية (البوليمرات) من موادها الأصلية (المونمر) إلى تعريض هذه الأخيرة إلى أشعة جاما أو الأشعة الفوق بنفسجية في وجود مادة ضوئية تساعد على بدء التفاعل .

ولما كان من الممكن أن تحل أشعة الشمس محل المصدر المقلد للأشعة التي تستخدم في تفاعلات البلمرة استطاع بعض الباحثين في الولايات المتحدة ان يوضحوا ان مادة السيانين يمكنها ان تنشط عملية البلمرة تحت تأثير أي طول موجة في نطاق الضوء المرئي .

ويبقى ان نبحث في منع عملية البلمرة التلقائية التي يمكن ان تحدث في الضوء العادي دون التحكم فيها .

المصدر : La Rech, # 201, Juillet, Aout., P. 934, 1988 .

تنويه واعتذار

تعتذر المجلة عن عدم صدور باب « من اجل فلذات أكبادنا » وباب « من الرواد الأوائل » في هذا العدد لكثرة مادته . كما تعتذر عن خطأ ورد في اسم أحد مؤلفي كتاب « ميكانيكية التفاعلات العضوية » في باب « كتب صدرت حديثاً » في العدد الماضي ، والاسم الصحيح هو : سالم بن شويمان الشويمان .. لذا لزم التنويه .

بحوث علمية



دعمت مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية ١٧ مشروعاً بحثياً ضمن المرحلة الأولى لبرنامج المنح السنوي العاشر شملت عدة مجالات وهي :

أولاً ـ في مجال البحوث الهندسية :

١ ـ تقويم مقدار التسرب وأسبابه في شبكة مياه الرياض باشراف الباحث الرئيس د. **خالد الضويلع** وينفذ المشروع في كلية الهندسة جامعة الملك سعود ويهدف إلى قياس كمية التسرب من شبكة مياه الرياض وتحديد أماكن التسرب والكشف عنها لمعرفة أسبابها وكذلك إيجاد العلاقة بين التسرب وعناصر التصميم والتشغيل .

٢ ـ استخدام الانبوبة الحرارية في استرجاع الطاقة الحرارية المفقودة من التربينات الغازية لانتاج المياه العذبة للباحث الرئيس **الدكتور عبدالهادي أحمد فطاني** وينفذ المشروع في كلية الهندسة جامعة الملك عبدالعزيز ويهدف إلى استغلال الطاقة الحرارية المفقودة في غازات العادم من التربينات الغازية في انتاج المياه العذبة .

٣ ـ الخرسانة الجاهزة في المملكة العربية السعودية باشراف الباحث الرئيس **دكتور حبيب مصطفى زين العابدين** ويتم تنفيذ المشروع في وزارة الاشغال العامة والاسكان ويهدف إلى دراسة الأوضاع الحالية لمصانع تجهيز الخرسانة وتطوير نظام لمراقبة جودة الخرسانة الجاهزة ووضع الحلول للمشاكل المتعلقة بانتاج الخرسانة .

٤ ـ مرجع اسناد جيوديسي موحد للخرائط ونظم معلومات الأراضي للباحث الرئيس **مهندس عبدالله محمد الشديد** ويتم تنفيذ البحث في وزارة الشئون البلدية والقروية ويهدف إلى دراسة وتقويم الشبكة الجيوديسية الحالية في المملكة واعداد الاقتراحات والتوصيات اللازمة لتقويمها وتكثيفها لتصبح مرجع اسناد جيوديسي بشكل يفي بمتطلبات الخرائط والسجل العقاري ونظم معلومات الأراضي في المملكة .

٥ ـ تقويم كميات السيول وآثارها في منطقة جنوب غرب المملكة للباحث الرئيس د. **محمد جميل عبدالرزاق** وينفذ المشروع في كلية الأرصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة بجامعة الملك عبدالعزيز ويهدف المشروع إلى تطوير خطة لسياسة الحماية من السيول الجارفة لتساهم في عمل التصاميم الهندسية المناسبة وتشييد أجهزة الانذار المبكر وسيركز المشروع على اختيار الطرق المناسبة لتحديد صرف مياه السيول الكبيرة وأحجامها وأوقاتها وسيستخدم طريقة الاستشعار عن بعد لتحديد المناطق المعرضة لاضرار السيول في منطقة الدراسة .

٦ ـ تحلية المياه بالتناضح العكسي ـ تقويم كوابح الترسبات وأغشية التناضح العكسي للباحث الرئيس **الدكتور فيدا حسين بث** وينفذ المشروع بمعهد البحوث التابع لجامعة الملك فهد للبترول والمعادن ويهدف إلى اختبار طويل الأمد لغشاء الفايبر المجوف الدقيق وغشاء من النوع اللولبي الملفوف مرتب بالتوازي في وحدة تحلية تناضح عكسي باستخدام مياه مالحة طبعية وكذلك مقارنة كابح ترسبات متطور مع الطريقة التقليدية باضافة حمض الكبريتيك وفوسفات الميتاهكساصوديوم للتحكم في الترسبات الكلسية في وحدات التناضح العكسي .

٧ ـ تقويم شبكة التلفونات بالمملكة العربية السعودية لاستخدامها في الاتصالات الرقمية للباحث الرئيس **الدكتور محمد سامي الحناوي** وينفذ المشروع بكلية الهندسة جامعة الملك فهد للبترول والمعادن وسيتم في هذا المشروع ابتكار جهاز جديد لتقويم شبكة التلفونات بالمملكة ويحدد امكاناتها إذا ما استخدمت في الاتصالات الرقمية ولشبكات الحاسبات .

٨ ـ نتائج عملية كلورة مياه الشرب في المملكة العربية السعودية للباحث الرئيس **دكتور نبيل محمد فياض** وينفذ المشروع في معهد البحوث التابع لجامعة الملك فهد للبترول والمعادن وتتلخص أهداف الدراسة في تحديد نوعية ومستويات المواد العضوية المتطايرة التي تنتج عن عملية الكلورة في مياه الشرب في ثمان من مدن المملكة الرئيسة وتحديد أفضل الظروف لاجراء عملية الكلورة للحد من مدى تكون هذه المكونات في مياه الشرب .

ثانياً ـ في مجال البحوث الزراعية :

١ ـ أمراض البطاطس واستخدام زراعة الأنسجة لانتاج أصناف بطاطس خالية من المسببات المرضية للباحث الرئيس **دكتور إبراهيم محمد الشهوان** وسوف تجرى الدراسة في كلية الزراعة جامعة الملك سعود وتتلخص أهداف البحث في دراسة جميع الأمراض التي تصيب محصول البطاطس المزروعة في المملكة اضافة إلى تلك المصاحبة للدرنات المستوردة والمستعملة كتقاوي وتقويم مدى مقاومة أهم أصناف البطاطس المزروعة في المملكة لأهم الأمراض التي تصيبها ودراسة كفاءة بعض المبيدات لمكافحة أهم المسببات المرضية للبطاطس بالإضافة إلى تحفيز تكوين درنات عن طريق زراعة قمة الساق للحصول على أصول بطاطس خالية من المسببات المرضية .

٢ ـ دراسات على مكافحة مرض الحمى القلاعية في مزارع انتاج الألبان بالمملكة للباحث الرئيس **الدكتور سمير محمد حافظ** ويتم تنفيذ المشروع في المركز الإقليمي لأبحاث الزراعة والمياه بالرياض ويهدف المشروع إلى تحديد مدى الانتشار الجغرافي للمرض بين الأنواع المختلفة من الحيوانات في المملكة وعزل وتصنيف الفيروس من الحالات المرضية ومقارنته بسلالات الفيروس المستعملة في اللقاحات وتطوير برامج تحصين فعالة ضد المرض .

٣ ـ دراسة أسباب النفوق في الدواجن للباحث الرئيس **الدكتور فتحي السيد سعد** وينفذ المشروع في كلية الطب البيطري والثروة الحيوانية بجامعة الملك فيصل ويهدف إلى دراسة مستفيضة لمسببات النفوق في الثروة الداجنة ممثلة في الدجاج اللاحم والبياض وقطعان الأمهات ـ كما تهدف الدراسة إلى استخدام أحدث الطرق التشخيصية لمعرفة وتشخيص الأمراض ومشاكل التربية المسببة للنفوق في الدواجن وتطوير طرق فعالة للتحصين ضد بعض الأمراض المعدية الشائعة الانتشار في المملكة

ثالثاً ـ في مجال بحوث البتروكيماويات :

١ ـ دراسات على استرجاع واعادة تكرير الزيوت المستعملة للباحث الرئيس **الدكتور محمد فرحات علي** ويتم اجراء هذه الدراسة في كلية العلوم جامعة الملك فهد للبترول والمعادن ويهدف المشروع إلى تقويم الطرق المستخدمة حالياً في تنقية الزيوت المستعملة وتطوير طرق فعالة لاعادة تكريرها وتطوير طرق اختبار معملية سهلة لتقويم نوعية الزيوت المعالجة مع تطوير مواصفات اختبار سهلة التطبيق على الزيوت الجديدة والزيوت المستعملة لزيادة القدرة التسويقية للزيوت المسترجعة .

رابعا ـ في مجال البحوث الأساس :

١ ـ دراسة امكان استخدام المواد المعدنية في المنطقة الغربية في انتاج الأنواع المختلفة من الزجاج لتغطية الاحتياجات المحلية ـ للباحث الرئيس **الدكتور عبدالهادي صهان العمري** ويتم تنفيذ البحث في كلية العلوم التطبيقية والهندسية بجامعة أم القرى وتهدف الدراسة إلى البحث عن مواطن الرمال بالمنطقة الغربية التي تصلح لانتاج الأنواع المختلفة من الزجاج لتغطية الاحتياجات المحلية .

٢ ـ دراسة عن القراديات والأمراض التي تنقلها للانسان والحيوانات المستأنسة والبرية في المملكة العربية السعودية للباحث **الدكتور محمد الخليفة** ويتم

اجراء البحث في كلية العلوم بجامعة الملك سعود وتتلخص الدراسة في الحصول على المعلومات الأساس عن القراديات في المملكة وما تسببه من أمراض للانسان والحيوانات المستأنسة وسوف يجري تقويم للطرق المختلفة التي تستعمل في مكافحة القراديات والأمراض التي تسببها لانتخاب أمثل الطرق الملائمة لمكافحة القراديات وأمراضها في المملكة

خامساً ـ في مجال البحوث الطبية :

١ ـ دراسة وظائف المناعة الخلوية في الدوسنتاريا المعوية للباحث الرئيس الدكتور علي سليمان التويجري ويجري تنفيذ البحث في كلية الطب جامعة الملك سعود ويهدف إلى دراسة مدى استجابة جهاز المناعة لأمراض الأميبا هيستوليتيكا عن طريق دراسة فعالية الجهاز الليفي الشبكي وكذلك الكرات الدموية البيضاء وامكانية استخدام الجلوكان كمنشط لجهاز المناعة للقضاء على انتشار الأميبا في حيوانات التجارب .

٢ ـ حجم مشكلة الاعتلالات العصبية في مجتمع محدد بالمملكة العربية السعودية للباحث الرئيس دكتور سعد محمد الراجع ويتم تنفيذ البحث بكلية الطب والعلوم الطبية بجامعة الملك فيصل ويهدف إلى اجراء مسح ميداني لمعرفة الاعتلالات العصبية في المجتمع ومن أمثلتها الاختلاج الحمي والصرع والتهابات الجهاز العصبي والسكتة الدماغية . وذلك لتوفير معلومات وبائية أساسية حول حجم الاعتلالات العصبية في المجتمع يمكن الاعتماد عليها فيما بعد للتخطيط للرعاية الصحية العصبية وخدماتها .

٣ ـ دراسات تحليلية للحوادث بالمملكة ـ ضرورة لتطوير برامج التوعية والسلامة للباحث الرئيس الدكتور محمد عبدالله المفرح وسوف يجري تنفيذ المشروع في مستشفى الرياض المركزي ويهدف إلى دراسة وتحليل صفات الحوادث والأشخاص الذين يتعرضون لها وتحديد المتطلبات الاسعافية والطبية لهذه الحوادث بغرض تصميم وتطوير مبادىء برامج التوعية لأمور السلامة في المملكة . وتشتمل الدراسة على معلومات تحليلية عن الحوادث في ثلاث مستشفيات في ثلاث مدن بالمملكة .

الاتحاد الدولي للاتصالات

م. نعيم بكر زواوي ـ مركز التوزيع الصوتي والتلفزيوني ـ جامعة الملك سعود

ان الاستخدام الأمثل للتطورات التقنية في مجال الاتصالات لا يعتمد على النواحي التقنية فقط ، ولكن يعتمد أيضاً على عدة عوامل اقتصادية واجتماعية وسياسية ، ولهذا كان لابد من سن القوانين والأنظمة ووضع الضوابط للاتصالات لمنع الاحتكار والفوضى ، ولضمان وصول خدمات الاتصالات إلى الجمهور بشكل مرض . وغالباً ما تقوم الدول بذلك عن طريق وزارات البرق والبريد والهاتف ، ولكن عندما يتعلق الأمر بالاتصالات الدولية فان تلك الدول لا تستطيع القيام بذلك وحدها، وكان لابد من وجود هيكل تنظيمي عالمي يقوم بالمهمة، هذا الهيكل هو الاتحاد الدولي للاتصالات (I.T.U) ، وهو منظمة عالمية متخصصة في شؤون الاتصالات أنشيء في مؤتمر لدول غرب أوربا في باريس عام ١٨٦٥م ومقره جنيف (سويسرا) ويتألف أعضاؤه حالياً من ١٦١ دولة ،وقد انضمت المملكة العربية السعودية إلى الاتحاد بتاريخ ١٩٤٩/٢/٧م .

لقد تطور هيكل الاتحاد مع مرور الزمن حسب الحاجة ، ففي عام ١٨٦٨م تم انشاء أمانة لذلك الاتحاد ، وفي عام ١٩٢٥م تم انشاء لجنتين استشاريتين للهاتف وللتلفون دمجا في لجنة واحدة فيما بعد. أما في عام ١٩٢٧م فقد تم انشاء اللجنة الاستشارية الدولية للراديو ،كما تم أيضاً انشاء المجلس الإداري عام ١٩٤٧م ، وهو نفس العام الذي تغير فيه اسم الاتحاد الدولي للبرق إلى الاتحاد الدولي للاتصالات .

تشتمل أهداف الاتحاد الدولي على الآتي :

١ ـ الحفاظ على التعاون الدولي وزيادته في مجال تطوير وتنظيم كل أنواع الاتصالات والاستخدام الأفضل لها .

٢ ـ تشجيع تطوير الوسائل التقنية واستخدامها الأمثل لتطوير فعالية استخدام خدمات الاتصالات وزيادتها وجعلها بقدر الإمكان متوفرة للجمهور .

يحاول الاتحاد تحقيق تلك الأهداف عن طريق عقد المؤتمرات والاجتماعات الدولية والإقليمية ، والتعاون التقني ، ووضع الأنظمة والقوانين الخاصة بالاتصالات ، وكذلك طبع ونشر المعلومات المتعلقة بها .

ويتكون الاتحاد الدولي للاتصالات مما يأتي :

أولاً ـ المؤتمرات :

يعقد الاتحاد الدولي للاتصالات نوعين من المؤتمرات :

١ ـ مؤتمر مطلق الصلاحية ويعقد مرة كل خمس سنوات ، ويعد هذا المؤتمر هو الأهم في أقسام الاتحاد ، حيث ان سلطانه تمتد لتشمل كل أنواع الاتصالات ، وهو الجهة الوحيدة في الاتحاد التي لها القدرة على مراجعة وتغيير ميثاق الاتحاد ، كما انه الجهة التي تحدد أهداف الاتحاد على المدى البعيد .

٢ ـ المؤتمرات الإدارية وتنقسم إلى قسمين :

(أ) المؤتمرات الإدارية العالمية وهي تناقش الاستفسارات الخاصة باتصالات البرق والهاتف والراديو ، كما تناقش نشاطات المجلس الدولي لتسجيل الترددات .

(ب) المؤتمرات الإدارية الإقليمية وهي تناقش مسائل الاتصالات ذات الطبيعة الإقليمية

ثانياً ـ المجلس الإداري :

يتكون المجلس من أعضاء يتم انتخابهم في المؤتمرات ، ويجتمعون سنوياً لمدة ثلاثة إلى أربعة أسابيع ، ويقوم المجلس بمهمات تنظيم العلاقات الخارجية للاتحاد ، والتنسيق بين هيئات الاتحاد الدائمة ، وكذلك الأعمال الإدارية الأخرى .

ثالثاً ـ السكرتارية العامة (الأمانة) :

وتقوم بأعمال الاتحاد اليومية ، ويرأسها الأمين العام الذي يتم انتخابه مع مساعد له في المؤتمرات المطلقة .

رابعاً ـ اللجان الاستشارية الدولية :

(أ) اللجنة الاستشارية الدولية للبرق والهاتف ، ولهذه اللجنة أمانة خاصة بها ، ومعمل للهاتف لاجراء التجارب .

وهناك حوالي ثمان عشرة مجموعة عمل تختص كل منها بمهمة اجراء دراسات في مجال معين من مجالات اتصالات البرق والهاتف .

(ب) اللجنة الاستشارية الدولية للراديو ولهذه اللجنة أمانة خاصة بها ، وتضم احدى عشرة مجموعة عمل تختص كل منها باجراء البحوث والدراسات في مجال معين من مجالات الراديو والاتصالات اللاسلكية .

وحيث ان الفروق بين البرق والهاتف والراديو قد قلت عما كانت عليه في السابق نتيجة للتطور التقني ، فان اللجنتين الاستشاريتين كثيراً مانكونان مجموعات عمل مشتركة للبحث ، كما تعقدان اجتماعاً كل أربع سنوات في أماكن مختلفة لمناقشة ماتوصلت إليه مجموعات العمل ، واقرار مايتم الاتفاق عليه على شكل توصيات ، ويتم نشر توصيات كل اجتماع في كتاب من عشرة أجزاء ، ويشمل كل جزء عدداً من الكراسات .

وليس للاتحاد الدولي للاتصالات السلطة لفرض هذه التوصيات إلا أن جميع الدول تلتزم بها من الناحية العملية ، فهي تمثل مرجعاً لمدى نوعية الخدمات التي تقدم للمستخدمين ، كما تضمن نوعاً من الانسجام بين الأنظمة على النطاق العالمي ، ورغماً عن أنها تبدو مقيدة لحرية المهندس المصمم للأنظمة ، إلا أنها تؤكد اتجاه تطوراته في اطار خدمة الاتصالات للجمهور . هذا ويمكن لجميع الأعضاء في الاتحاد الدولي المشاركة في أعمال اللجان الاستشارية ، وكذلك يسمح لممثلين من الشركات الصناعية بحضور الاجتماعات كمراقبين

خامساً ـ المجلس الدولي لتسجيل الترددات

ويتألف المجلس ـ الذي يضم أمانة خاصة به ـ من خمسة خبراء في الراديو لديهم خبرة عملية واسعة في استخدام وتحديد الترددات ، ويتم انتخابهم في مؤتمرات الاتحاد الدولي المطلقة من أقاليم العالم المختلفة ، كما يعمل هؤلاء الخبراء بصفة دائمة في مركز الاتحاد بجنيف ، ويتم سنوياً اختيار رئيس ونائب له من نفس المجموعة ، ويقوم المجلس بتحديد نطاقات الترددات للخدمات المختلفة والاستخدام المنطقي للنطاق المحدد والمتوفر ، كما يقوم المجلس بدراسة الطلبات الكثيرة (١٢٠٠ طلب في الأسبوع) التي ترد إليه من الدول المختلفة لتحديد ترددات لمحطاتها ، فاذا كانت هذه الترددات تتفق مع أنظمة الراديو ولا تسبب تداخلاً ضاراً للمحطات الأخرى فانها تسجل في سجل الترددات الرئيس لدى الاتحاد بالتاريخ الذي وردت فيه ، وبالتالي فانها تحظى بالاعتراف والحماية الدولية .

مع القراء



مازالت تصلنا العديد من الاسئلة يستفسر أصحابها عن موعد فتح باب الاشتراك ، وازاء هذه الطلبات المتكررة نود ان يعلم القاريء ان فتح باب الاشتراك لن يكون في القريب العاجل بسبب بعض الاجراءات الإدارية التي يجب ان تدرس بعناية قبل اتخاذ القرار بشأنها .

كما أن كثيراً من القراء ارسلوا رسائل ثناء على المجلة وخاصة أولئك الذين يقرأونها أول مرة ـ ومن بين تلك الرسائل رسالة الدكتور فهد علي خياط منسق التحاليل الجرثومية ـ مختبر مراقبة الجودة النوعية بجدة ـ الذي ابدى بعض الملاحظات منها ضرورة التوسع في نشر هذه المجلة على المجتمع السعودي ونحن نعد القاريء الكريم اننا سوف نضع ذلك في الحسبان .

القاريء المهندس سعيد القابوس الغامدي ـ الظهران ـ أرجو ان يكون هذا العدد عن الاتصالات يرضي رغبتك بخصوص الدراسات الهندسية .

القاريء عبدالله بن عبدالرحمن بن دهيش يسأل عن شرح بعض المعلومات المتعلقة بتلوث الرصاص خصوصاً في الدهانات والتربة وقد تكرم الدكتور إبراهيم صالح المعتاز ـ عضو هيئة التحرير ـ بالاجابة التالية :

تستخدم مركبات الرصاص بشكل رئيس في انتاج وقود السيارات (الجازولين) ، وبشكل طفيف في بعض الصناعات المختلفة مثل الأصباغ والدهانات وبطاريات السيارات والسبائك وغيرها (راجع العدد الرابع من مجلة العلوم والتقنية ص ١٧ ـ ١٩) . أهم الأسباب لاستخدام مركبات الرصاص في الدهانات يرجع لبعض الألوان المميزة لمركباتها ومزاياها الفيزيائية الجيدة حيث تمتاز معظمها بارتفاع كثافتها النوعية مما يساعد على ترسب الدهانات في السطوح بعد وقت وجيز . كما ان بعض مركبات الرصاص تعتبر عالية المقاومة للتحلل الشمسي والتآكل .

وقد تم اكتشاف بدائل حديثة تستعمل في الدهانات بدلاً عن مركبات الرصاص ليس لها مخاطر بيئية ولها نفس الخواص المذكورة .

أما عن وجود مركبات الرصاص في التربة فانه يعود للمصادر التالية :

(١) الترسيب الجاف : تترسب مركبات الرصاص الغازية وذلك للجزئيات الكبيرة (أكثر من ١٠ ميكرون) إذ ان ترسبها سهلٌ نسبة للجاذبية الأرضية ، أو الاصطدام بالاجسام المختلفة أو الترسب غير المباشر على الأشجار والمباني ثم السقوط على التربة .

(٢) الترسيب الرطب : وذلك بالأمطار أو الندى والرطوبة في المناطق الساحلية .

(٣) مخلفات مياه المجاري : تحتوي مياه المجاري العادية على حوالي ٨٠٠ ملي جرام/كيلوجرام ، وتزيد المخلفات الصناعية عن هذه النسبة كثيراً ، ويؤدي التخلص غير السليم لهذه المخلفات إلى تراكم كمية الرصاص في التربة نظراً لصعوبة تحللها واندثارها .

وتعد السيارات المصدر الرئيس لمركبات الرصاص الغازية والتي تترسب بعد ذلك على التربة وتتراكم بشكل مستمر ، ويقدر معدل ترسيب الرصاص في مناطق الخطوط السعودية المكتظة بالسيارات بنحو ١٠ ـ ١٦ ملي جرام/م٢ في اليوم ، كما يتراوح معدل ترسيب جزئيات الرصاص في المدن من ٠٥, ـ ٢, ملي جرام/م٢ في اليوم مقارنة بمعدل الترسيب الطبيعي خارج المدن والذي يبلغ ٠٠٤, ملي جرام/م٢ في اليوم . ومما سبق ذكره يمكن القول ان المصدر الرئيس للتلوث بالرصاص في التربة يأتي من السيارات . والحل الأمثل لا يأتي إلا بالتحكم في انبعاث هذه المركبات الرصاصية من السيارات وذلك لا يمكن إلا بالتخفيض الملموس لمركبات الرصاص في وقود السيارات .

مما يجدر ذكره ان مركبات الرصاص المترسبة على التربة تكثر في الطبقة القريبة من قشرة الأرض وتكاد تنعدم في حدود ١٠ أمتار ، وتمتص جذور النباتات كميات من الرصاص تتفاوت حسب درجة مقاومتها له مما يعد مصدراً آخر للتلوث البشري والحيواني .

ورغم أن مركبات الرصاص المذابة بالماء قليلة في التربة ، إلا أنها يمكن ان تمتص بوساطة ثاني اكسيد المنجنيز .

القارئان ابتسام حمادي الفقيه ـ الطائف ، وهاني السيد حسن صدقه ـ مكة المكرمة : نشكر لكما اسهامكما في حل الاسئلة الواردة في باب ـ هل تعلم ـ من العدد السادس ونهنئكما على توصلكما للاجابات الصحيحة وهي :

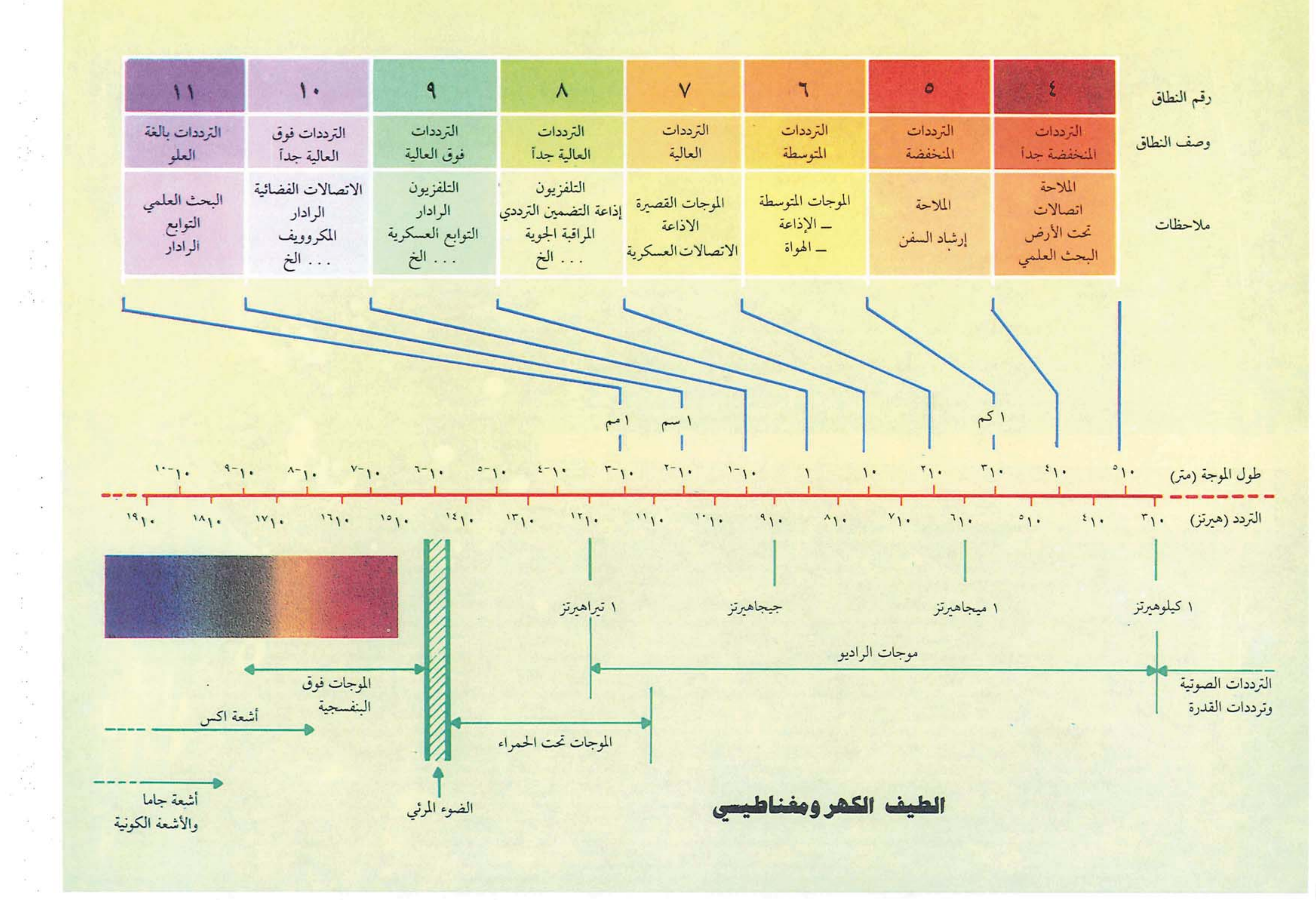
ـ ان هذا العالم أحضر ناقوساً زجاجياً ووضع بداخله فأراً وشمعة مشتعلة ثم احكم قفل فوهة الناقوس بسدادة .

ـ كانت نتيجة ذلك ان انطفأت الشمعة ومات الفأر لنفاذ كمية الاوكسجين الموجودة في الهواء الموجود بالناقوس المقفولة فوهته .

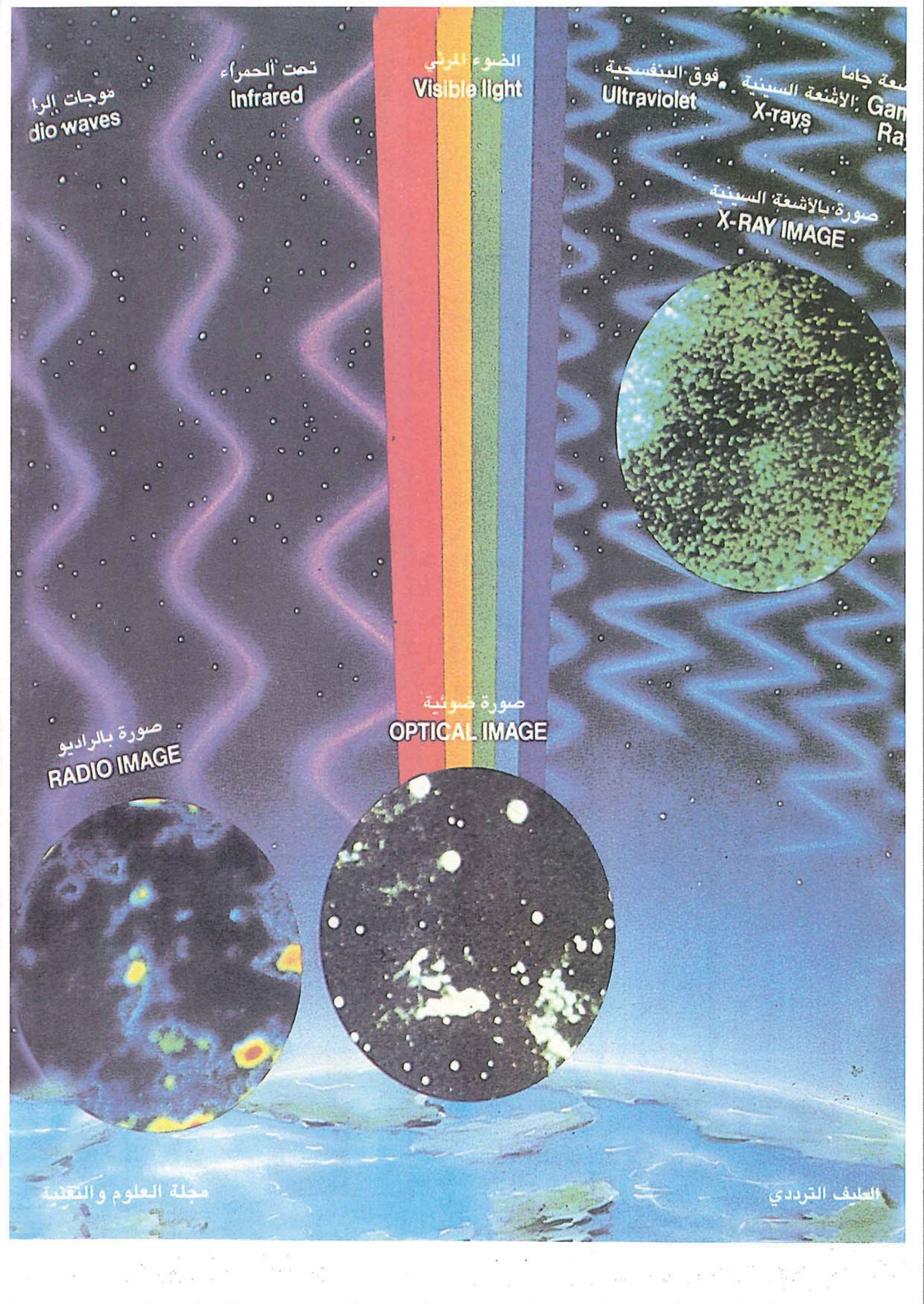
ـ يستنتج من ذلك أن الأوكسجين يساعد على الاشتعال وضروري لحياة الحيوان الذي يستنشقه . ونتيجة للاشتعال والاستنشاق يكون الناتج خروج ثاني أكسيد الكربون ونفاذ الأوكسجين .

كذلك أرسلت القارئة أروى حسن الثبياني ـ الرياض ـ الحل لسؤال هل تعلم المذكور سابقاً ولكن رغم أن ماذكرته بخصوص فائدة ثاني أكسيد الكربون المنبعث من الفأر للنبات وإستفادته من الأوكسجين الصادر من النبات إلا ان الصورة توضح وجود الشمعة والفأر وهو ما اشارت به القارئة ابتسام .

أعزاءنا القراء . . . . نحن في انتظار المزيد من اسهاماتكم الهادفة والبناءة والتي ستكون عوناً لنا في تطوير مجلتكم .



رقم النطاق	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١
وصف النطاق	الترددات المنخفضة جداً	الترددات المنخفضة	الترددات المتوسطة	الترددات العالية	الترددات العالية جداً	الترددات فوق العالية	الترددات فوق العالية جداً	الترددات بالغة العلو
ملاحظات	الملاحة اتصالات تحت الأرض البحث العلمي	الملاحة إرشاد السفن	الموجات المتوسطة – الإذاعة – الهواة	الموجات القصيرة الاذاعة الاتصالات العسكرية	التلفزيون إذاعة التضمين الترددي المراقبة الجوية . . . الخ	التلفزيون الرادار التوابع العسكرية . . . الخ	الاتصالات الفضائية الرادار المكروويف . . . الخ	البحث العلمي التوابع الرادار



موجات الرا
dio waves
تحت الحمراء
Infrared
الضوء المرئي
Visible light
فوق البنفسجية
Ultraviolet
الأشعة السينية
X-rays
شعة جاما
Gam
Ra
صورة بالأشعة السينية
X-RAY IMAGE
صورة ضوئية
OPTICAL IMAGE
صورة بالراديو
RADIO IMAGE
مجلة العلوم والتقنية
الطيف الترددي